# MODEL QUESTIONS WITH ANSWERS

# CHEMISTRY

By

A Board of Examiners

*in Collaboration with*

**BHATTACHARYYA & MAITY**

(A Guide Book for H.S. & J.E. Examinations)

nbs

THE NEW BOOK STALL

(১০২)

57

# Model Questions with Answers

# CHEMISTRY

**[ A complete Guide Book for Higher Secondary and Joint Entrance Examination ]**

*BY*

**A Board of Examiners**

*In Collaboration with*

**BHATTACHARYYA & MAITY**



দি নিউ বুক স্টল
৫/১, রমানাথ মজুমদার স্ট্রীট, কলিকাতা-৭০০০০৯

প্রকাশক :
শ্রীমহেন্দ্র নাথ পাল
দি নিউ বুক ষ্টল
৫/১ রমানাথ মজুমদার ষ্ট্রীট
কলিকাতা ৭০০ ০০৯



প্রথম প্রকাশ, 1987

মূল্য : 15·00

মুদ্রাকর :
শ্রীতুলসীচরণ বক্সী
ন্যাশনাল প্রিন্টিং ওয়ার্কস্
৩৩ডি মদন মিত্র লেন
কলিকাতা-৭০০ ০০৬

## ● প্রকাশকের নিবেদন ●

পশ্চিমবঙ্গ উচ্চমাধ্যমিক শিক্ষাসংসদ কর্তৃক প্রবর্তিত নূতন পাঠক্রমের ভিত্তিতে নমুনা প্রশ্ন কয়েকদিন আগে প্রকাশিত হয়েছে। নানান দৃষ্টিকোণ থেকে বিচার করে এই নমুনা প্রশ্নগুলি এবং উহাদের সহজ সরল সমাধান পুস্তক আকারে প্রকাশিত হ'ল। বলা-বাহুল্য, এই পুস্তক রচনাকালে Joint Entrance ও I. I. T. পরীক্ষার প্রশ্নাবলীর কথা বিশেষভাবে স্মরণ রাখা হয়েছে। আশা করি এই পুস্তক পরীক্ষার্থীদের উপযুক্তভাবে প্রস্তুত হতে বিশেষভাবে সাহায্য করবে।

ছাত্র ছাত্রীরা এই পুস্তক দ্বারা কিছুমাত্র উপকৃত হলে আমাদের শ্রম সার্থক হবে।

প্রকাশক

# সূচীপত্র

# সাধারণ রসায়ন
## ( General Chemistry )

1. ডালটনের পরমাণুবাদের স্বীকার্যগুলি বিবৃত কর। ডালটনের পরমাণুবাদের আলোকে 'গুণানুপাত' এবং 'মিথোনুপাত' সূত্রসমূহ ব্যাখ্যা কর।

'গুণানুপাত' এবং মিথোনুপাত সূত্রসমূহ বিবৃত কর।

[ State the postulates of Dalton's atomic theory and explain the laws of multiple proportions and reciprocal proportions in the light of Dalton's atomic theory.

State the laws of multiple proportions and reciprocal proportions.]

উঃ। পরমাণুবাদের স্বীকার্য :

(১) মৌলিক পদার্থমাত্রই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিরেট কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই ক্ষুদ্র কণাগুলি অবিভাজ্য বা অখণ্ডনীয় এবং উহাদের বিনাশ নাই। ইহাদের বলা হয় পরমাণু বা অ্যাটম।

(২) একই মৌলের সমস্ত পরমাণু একই ওজনের হয় এবং অন্য সব রকমে উহারা অভিন্ন।

(৩) বিভিন্ন মৌলের পরমাণু ওজনে এবং অন্যান্য ধর্মে স্বতন্ত্র।

(৪) বিভিন্ন মৌলের এক বা একাধিক পরমাণু সুনির্দিষ্ট সমাবেশে পরস্পরের সঙ্গে বিশেষভাবে সংযুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে। এই সংযোগে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সরল অনুপাতে থাকে। যথা—1 : 1, 1 : 2, 2 : 3 ইত্যাদি।

পরমাণুবাদের আলোকে সূত্র-দুইটির ব্যাখ্যা :

● গুণানুপাত সূত্র : ধর, A এবং B—দুইটি মৌলের সংযোগে দুইটি বিভিন্ন পদার্থ সৃষ্টি হইয়াছে। ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে বিভিন্ন সংখ্যক পরমাণুর সমাবেশ ঘটিয়াছে। মনে কর, প্রথম যৌগটিতে একটি A-পরমাণু, একটি B-পরমাণুর সঙ্গে মিলিত হয়। আর, দ্বিতীয় যৌগটি দুইটি A-পরমাণু, তিনটি B-পরমাণুর সংযুক্তিতে গঠিত হয়।

যদি A এবং B পরমাণুর ওজন যথাক্রমে $x$ এবং $y$ গ্রাম হয়, তবে

প্রথম পদার্থে $x$ গ্রাম A এবং $y$ গ্রাম B মিলিত থাকে।

$\therefore$ উহাদের ওজন-অনুপাত $= x : y$ ; তথা—$2x : 2y$.

দ্বিতীয় পদার্থে $2x$ গ্রাম A এবং $3y$ গ্রাম B মিলিত থাকে।

$\therefore$ উহাদের ওজন-অনুপাত $= 2x : 3y$.

অতএব, $2x$ গ্রাম A-এর সঙ্গে দুই ক্ষেত্রে মিলিত B-এর ওজন হইল $2y$ এবং $3y$ গ্রাম। অর্থাৎ, B-এর ওজন-অনুপাত 2 : 3—সরল অনুপাত। ইহাই গুণানুপাত সূত্র। পরমাণুবাদের সাহায্যে এই সূত্র প্রমাণ করা গেল।

● মিথোনুপাত সূত্র : পরমাণুবাদ অনুসারে ধরা যাউক, A মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণু পৃথকভাবে B ও C মৌলিক পদার্থের একটি করিয়া পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া দুইটি যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করে। B-এর পরমাণুর ওজন যদি $x$ গ্রাম এবং C-এর পরমাণুর ওজন যদি $y$ গ্রাম হয়, তবে নির্দিষ্ট পরিমাণ A-এর সঙ্গে $x$ গ্রাম B এবং $y$ গ্রাম C সংযুক্ত আছে।

মনে কর, B এবং C-এর সংযোগের সময় তিনটি B-পরমাণু ও চারটি C-পরমাণু মিলিত হয়। ইহার অর্থ—$3x$ গ্রাম B-এর সঙ্গে $4y$ গ্রাম C যুক্ত হয়। অতএব, নির্দিষ্ট পরিমাণ A-এর সঙ্গে যে যে ওজনে B এবং C যুক্ত হইয়াছিল, সেই সেই ওজনের যথাক্রমে তিন এবং চার গুণিতকে নিজেরা যুক্ত হইয়াছে। ইহাই মিথোনুপাত সূত্র। অর্থাৎ পরমাণুবাদ হইতেই এই সূত্র পাওয়া যায়।

<u>সূত্র-দুইটির বর্ণনা :</u>

গুণানুপাত সূত্র বলে—

"যখন দুইটি মৌল সংযুক্ত হইয়া একাধিক যৌগ গঠন করে, তখন দেখা যায়, একটির নির্দিষ্ট ওজনের সঙ্গে অপরটির যে-ওজনসমূহ যুক্ত হয়, সেগুলি একটি সরল অনুপাতে থাকে।"

মিথোনুপাত সূত্র বলে—

"যে বিভিন্ন ওজনে দুইটি মৌলিক পদার্থ, তৃতীয় একটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের সঙ্গে পৃথকভাবে যুক্ত হয়, কেবলমাত্র সেই বিভিন্ন ওজনেই অথবা ঐ সকল ওজনের সরল গুণিতকের বা উপগুণিতকের অনুপাতেই তাহারা নিজেদের ভিতর মিলিত হইয়া যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করিতে পারে।"

2. গে-লুসাকের গ্যাস-আয়তন সূত্র বিবৃত কর। উদাহরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করিয়া দেখাও, অ্যাভোগ্যাড্রো-প্রকল্প কিরূপে গে-লুসাকের গ্যাস-আয়তন সূত্র এবং ডালটনের পরমাণুবাদের মধ্যে সমন্বয় সাধন করিয়াছে।

[ State Gay-Lussac's law of gaseous volumes and illustrate how Avogadro's hypothesis brought about a parity between the Dalton's atomic theory and Gay-Lussac's law of gaseous volumes. ]

উঃ। সূত্রটি বলে যে, একই উষ্ণতায় এবং চাপে বিভিন্ন গ্যাসীয় পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে—(i) উহাদের আয়তনের সরল অনুপাতে এবং (ii) এই

বিক্রিয়ায় যদি গ্যাসীয় পদার্থই উৎপন্ন হয়, তাহা হইলে উহার বা উহাদের আয়তন ও বিক্রিয়ক গ্যাসসমূহের আয়তনের অনুপাতও সরল হয়।

এই সূত্রের দৃষ্টান্ত (illustrations) হিসাবে নিচে একটি পরীক্ষালব্ধ ফল উদ্ধৃত করা হইল।

একই উষ্ণতায় ও চাপে—

2-ঘনায়তন হাইড্রোজেন, 1-ঘনায়তন অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া 2-ঘনায়তন স্টীম উৎপন্ন করে। সুতরাং, আয়তন হিসাবে হাইড্রোজেন : অক্সিজেন : স্টীম = 2 : 1 : 2 এবং ইহাও একটি সরল অনুপাত।

আবার, ডালটন তাঁহার পরমাণুবাদে বলেন : পরমাণু—অবিভাজ্য এবং দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের এই অবিভাজ্য পরমাণুসমূহ পূর্ণসংখ্যার সরল অনুপাতে যুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ গঠন করে।

অণুর কল্পনা—ডালটনের পরমাণুবাদ হইতে পাওয়া যায় নাই। বস্তুত, এই সময় মৌলিক বা যৌগিক—যে-কোন পদার্থের 'ক্ষুদ্রতম কণাকে' পরমাণু বলা হইত। অ্যাভোগ্যাড্রোই প্রথম 'অণুর' কল্পনা করেন।

"নির্দিষ্ট উষ্ণতায় এবং চাপে বিভিন্ন গ্যাসের সম-আয়তনে উহাদের অণুর সংখ্যা সমান হইবে।"—ইহাই অ্যাভোগ্যাড্রো প্রকল্প।

স্টীম-গঠনের পূর্বোক্ত বিক্রিয়াটির কথায় আবার ফিরিয়া আসা যাউক। ধরা যাউক, 1-ঘনায়তন গ্যাসে $n$-সংখ্যক অণু আছে। তাহা হইলে, অ্যাভোগ্যাড্রো-প্রকল্প অনুসারে $2n$-সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু $n$-সংখ্যক অক্সিজেন অণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া $2n$-সংখ্যক স্টীমের অণু গঠন করে।

অথবা, 2টি হাইড্রোজেনের অণু, 1টি অক্সিজেন অণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া 2টি স্টীমের অণু গঠন করে।

অথবা, 1টি হাইড্রোজেন অণু $\frac{1}{2}$-অক্সিজেন অণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া 1টি স্টীম অণু গঠন করে। ইহা পরমাণুবাদের বিরুদ্ধ মত নহে, কারণ অণুকে ভাগ করা যাইতে পারে এবং তাহার ফলে এক রূপ কিংবা বিভিন্ন রূপ পরমাণু সৃষ্টি হয়। যদি অক্সিজেন অণুতে যুগ্ম সংখ্যক পরমাণু থাকে, তবে উহার $\frac{1}{2}$ অণুর অস্তিত্ব সম্ভব। কিন্তু পরমাণু—অবিভাজ্য।

সুতরাং, দেখা যাইতেছে, গ্যাস-আয়তন সূত্র এবং পরমাণুবাদ—পরস্পর বিরোধী নহে। এইভাবে অ্যাভোগ্যাড্রো প্রকল্প—গে-লুসাকের গ্যাস-আয়তন সূত্র এবং পরমাণু-বাদের মধ্যে সমন্বয় সাধন করিয়াছে।

● **Problems :** গুণানুপাত এবং মিথোনুপাত সূত্র-দুইটি সম্পর্কিত গাণিতিক উদাহরণের জন্য পি. সি. রক্ষিত এবং এস্. পি. ব্যানার্জী লিখিত উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খন্ড দেখ।

3. অ্যাভোগ্যাড্রো-প্রকল্প বিবৃত কর। প্রতিষ্ঠা কর: (a) M = 2 × কোন গ্যাস বা বাষ্পের বাষ্প-ঘনত্ব। (b) একই চাপ এবং উষ্ণতার অধীনে থাকিলে সকল গ্যাসের গ্রাম-আণবিক আয়তন সমান হয় এবং প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় ইহার মান 22·4 লিটার। (c) মৌলিক গ্যাসসমূহ দ্বি-পরমাণুক।

[ State Avogadro's hypothesis. Deduce : (a) M = 2 × vapour density of a gas or vapour. (b) Gm.-molecular volume of all gases under the same conditions of temperature and pressure is the same and is 22·4 litres at N.T P. (c) Elementary gases are diatomic.

উঃ। অ্যাভোগ্যাড্রো-প্রকল্প—

"একই উষ্ণতা ও চাপের অধীন থাকিলে সম-আয়তন-বিশিষ্ট সকল গ্যাসেই (মৌলিক ও যৌগিক) সমান সংখ্যক অণু থাকে।" ইহার অর্থ—কোন নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় 1 সিসি অক্সিজেন গ্যাসে যদি $n$-সংখ্যক অণু থাকে, তবে ঐ নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় 1 সিসি অন্যান্য গ্যাসেও (যথা—1 সিসি কার্বন ডাই-অক্সাইড, 1 সিসি নাইট্রোজেন, 1 সিসি ক্লোরিন, 1 সিসি অ্যামোনিয়া ইত্যাদি) উহাদের $n$-সংখ্যক অণু থাকিবে।

(a) পদার্থের বাষ্প-ঘনত্ব বলিতে—একই চাপ ও উষ্ণতায় উহার বাষ্প, সম-আয়তন হাইড্রোজেন হইতে কত গুণ ভারী, তাহাই বুঝায়।

$$\text{কোন পদার্থের বাষ্প-ঘনত্ব, } D = \frac{x \text{ সিসি গ্যাস বা বাষ্পের ওজন}}{x \text{ সিসি হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

অ্যাভোগ্যাড্রোর প্রকল্প অনুসারে, $x$ সিসি গ্যাস ও $x$ সিসি হাইড্রোজেনে অণুর সংখ্যা সমান ; এখন মনে কর, সেই সংখ্যাটি $n$।

$$\therefore \quad D = \frac{\text{গ্যাস বা বাষ্পের } n\text{-অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের } n\text{-অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{\text{গ্যাস বা বাষ্পের 1-অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 1-অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{\text{গ্যাস বা বাষ্পের 1-অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 2-টি পরমাণুর ওজন}}, \text{ (যেহেতু, হাইড্রোজেন-অণু—দ্বি-পরমাণুক)}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\text{গ্যাস বা বাষ্পের 1-অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের 1-টি পরমাণুর ওজন}}$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{গ্যাসের বা বাষ্পের আণবিক গুরুত্ব}$$

$$= \frac{1}{2} \times M \qquad [\, M = \text{আণবিক গুরুত্ব} \,]$$

অথবা, আণবিক গুরুত্ব, $M = 2D$.

(b) **নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে-কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থার আয়তন একই হইবে।**

মনে কর, (i) একটি পদার্থের আণবিক গুরুত্ব = M

(ii) একটি হাইড্রোজেন-পরমাণুর প্রকৃত ওজন = $m$ গ্রাম ( নির্দিষ্ট )

তাহা হইলে, পদার্থটির একটি অণুর প্রকৃত ওজন = M × $m$ গ্রাম

এবং এক গ্রাম-অণু পদার্থের ওজন = M গ্রাম

$$\therefore \text{ এক গ্রাম-অণু পদার্থে উহার অণুর সংখ্যা} = \frac{\text{এক গ্রাম-অণুর ওজন}}{\text{একটি অণুর ওজন}}$$

$$= \frac{\text{M গ্রাম}}{\text{M} \times m \text{ গ্রাম}} = \frac{1}{m}$$

যেহেতু $m$ নির্দিষ্ট, সুতরাং যে-কোন পদার্থে এক গ্রাম-অণুতে অণুর সংখ্যা একই হইবে।

এখন, যেহেতু যে-কোন পদার্থের এক গ্রাম-অণুতে একই সংখ্যক অণু আছে, গ্যাসীয় অবস্থায় যে-কোন পদার্থের এক-গ্রাম অণুর আয়তনও অ্যাভোগ্যাড্রো নীতি অনুযায়ী একই হইবে। সুতরাং বলা যায়,

**"নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় যে-কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থায় এক গ্রাম-অণুর আয়তন একই হইবে।"**

এক গ্রাম-অণুর আয়তনকে **গ্রাম-আণব আয়তন**, অথবা, কেবল **আণব আয়তন** বলা হয়।

**প্রমাণ অবস্থায়, এক গ্রাম-অণু গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন 22·4 লিটার।**

প্রমাণ অবস্থায় ( 76 সেমি চাপ এবং 0°C ),

হাইড্রোজেনের ঘনত্ব = 0·00009 গ্রাম/সিসি

হাইড্রোজেনের আণবিক গুরুত্ব = 2·016

এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেন = 2·016 গ্রাম

$$\therefore \text{ এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের আয়তন} = \frac{W}{d} = \frac{\text{এক গ্রাম-অণুর ওজন}}{\text{প্রমাণ ঘনত্ব}}$$

$$= \frac{2{\cdot}016 \text{ গ্রাম}}{0{\cdot}00009 \text{ গ্রাম/সিসি}} = 22400 \text{ সিসি} = 22{\cdot}4 \text{ লিটার।}$$

শুধু হাইড্রোজেন নয়, সমস্ত গ্যাস বা বাষ্পের ক্ষেত্রেই ইহা প্রযোজ্য।

মনে কর, একটি গ্যাসীয় পদার্থের বাষ্প-ঘনত্ব = D

অতএব, প্রমাণ অবস্থায় উহার প্রকৃত ঘনত্ব = 0·00009 D গ্রাম/সিসি

ঐ পদার্থের এক গ্রাম-অণুর পরিমাণ = 2·016 D গ্রাম

∴ প্রমাণ অবস্থায়, এক গ্রাম-অণু গ্যাস বা বাষ্পের আয়তন

$$= \frac{\text{এক গ্রাম-অণুর ওজন}}{\text{উহার প্রমাণ-ঘনত্ব}} = \frac{2{\cdot}016 \text{ D গ্রাম}}{0{\cdot}00009 \text{ D গ্রাম/সিসি}} = \frac{2{\cdot}016}{0{\cdot}00009} \text{ সিসি}$$

$$= 22400 \text{ সিসি} = 22{\cdot}4 \text{ লিটার ।}$$

অর্থাৎ, "প্রমাণ অবস্থায় গ্যাসীয় যে-কোন পদার্থের এক গ্রাম-অণুর আয়তন 22·4 লিটার।"

(c) প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় যে, একই উষ্ণতা ও চাপে 1-ঘনায়তন হাইড্রোজেন এবং 1-ঘনায়তন ক্লোরিন যুক্ত হইয়া 2-ঘনায়তন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠন করে।

অ্যাভোগ্যাড্রো-প্রকল্প অনুযায়ী, একই উষ্ণতা ও চাপে সকল গ্যাসেরই 1-ঘনায়তনে সমান সংখ্যক অণু থাকে। ধরা যাউক, এই অণুর সংখ্যা $= x$।

∴ অ্যাভোগ্যাড্রোর প্রকল্প অনুসারে, $x$-সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু, $x$-সংখ্যক ক্লোরিন অণুর সহিত রাসায়নিক সংযোগে $2x$-সংখ্যক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণু গঠন করে। অথবা, 1টি হাইড্রোজেন অণু + 1টি ক্লোরিন অণু গঠন করে 2টি হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণু। অথবা, $\frac{1}{2}$-অণু হাইড্রোজেন + $\frac{1}{2}$-অণু ক্লোরিন গঠন করে 1টি হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণু।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড—একটি যৌগিক পদার্থ। ডালটনের পরমাণুবাদ বলে যে, পরমাণু—অবিভাজ্য। সুতরাং, হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের 1টি অণুতে অন্ততপক্ষে 1টি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং 1টি ক্লোরিন পরমাণু আছে। আর, এই পরমাণু $\frac{1}{2}$-অণু হাইড্রোজেন এবং $\frac{1}{2}$-অণু ক্লোরিন হইতে আসিয়াছে। **সুতরাং, হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিনের অণুতে কমপক্ষে দুইটি করিয়া পরমাণু বর্তমান।**

অ্যাসিডের হাইড্রোজেন বিভিন্ন ধাতুর পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। সোডিয়াম ধাতুর যোজ্যতা এক। সুতরাং, সোডিয়ামের একটি পরমাণু, অ্যাসিডের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করে এবং সোডিয়ামের লবণ উৎপন্ন হয়। এইভাবে অজৈব অ্যাসিডের অণুতে যতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে, তাহা ততগুলি সোডিয়াম পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং ততগুলি বিভিন্ন লবণ উৎপন্ন হয়। যেমন—নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে সোডিয়ামের একটি লবণ, সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে দুইটি লবণ এবং ফসফরিক অ্যাসিড হইতে তিনটি লবণ পাওয়া যায়।

$$HNO_3 \rightarrow NaNO_3$$
$$H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4,\ Na_2SO_4$$
$$H_3PO_4 \rightarrow NaH_2PO_4,\ Na_2HPO_4,\ Na_3PO_4$$

সোডিয়ামের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সকল সময়ই একটিমাত্র লবণ উৎপন্ন হয়। সুতরাং, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতে একটিমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। ইতিপূর্বে দেখানো হইয়াছে যে, $\frac{1}{2}$-অণু হাইড্রোজেন হইতে একটি

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু গঠিত হয়। অতএব, হাইড্রোজেনের একটি অণুতে দুইটি পরমাণু অবশ্যই থাকিবে ; অর্থাৎ, হাইড্রোজেন অণু—দ্বি-পরমাণুক। আবার, স্থির চাপে হাইড্রোজেনের যে আপেক্ষিক তাপ এবং স্থির আয়তনে ঐ গ্যাসের যে আপেক্ষিক তাপ—ইহাদের অনুপাত 1·41। সুতরাং, হাইড্রোজেনের অণু—দ্বি-পরমাণুক। কারণ, দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে এই অনুপাতের মান 1·40-এর কাছাকাছি। ক্লোরিন অণুও যে দ্বি-পরমাণুক, তাহাও নানাভাবে প্রমাণিত হইয়াছে। উদাহরণস্বরূপ, ক্লোরিনের ক্ষেত্রে এই অনুপাতের মান 1·355।

হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিনের ন্যায় অক্সিজেনের অণুও দ্বি পরমাণুক। প্রকৃত পরীক্ষায় দেখা যায় যে, একই উষ্ণতা এবং চাপে—

2-ঘনায়তন হাইড্রোজেন এবং 1-ঘনায়তন অক্সিজেন রাসায়নিক সংযোগে 2-ঘনায়তন স্টীম গঠন করে।

যদি সকল গ্যাসের 1 ঘনায়তনে $n$-সংখ্যক অণু বর্তমান থাকে, তাহা হইলে $2n$-সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু $+$ $n$-সংখ্যক অক্সিজেন অণু, $2n$-সংখ্যক স্টীমের অণু গঠন করে। অথবা, 1টি হাইড্রোজেন অণু $+\frac{1}{2}$ অণু অক্সিজেন, স্টীমের 1টি অণু গঠন করে। অর্থাৎ, স্টীমের 1টি অণুতে $\frac{1}{2}$-অণু অক্সিজেন বর্তমান।

সুতরাং, অক্সিজেনের অণুতে কমপক্ষে 2টি পরমাণু আছে। অক্সিজেন অণু যে দ্বি-পরমাণুক, তাহা উহার আপেক্ষিক তাপের অনুপাতের ( অক্সিজেনের ক্ষেত্রে এই অনুপাতের মান 1·396 ) সাহায্যে নিশ্চিতরূপে প্রমাণ করা হইয়াছে।

এইরূপে দেখা যায় যে, অনেক গ্যাসীয় মৌল, যথা—হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, ফ্লুয়োরিন, ক্লোরিন ইত্যাদির অণু—দ্বি-পরমাণুক। সুতরাং, ইহাদের সংকেত যথাক্রমে—$H_2$, $O_2$, $N_2$, $F_2$ এবং $Cl_2$।

**3(d). অ্যাভোগ্যাড্রো-সংখ্যা বলিতে কি বোঝ ?**

**প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় 11·2 লিটার ওজোনে কতগুলি অক্সিজেন পরমাণু আছে, তাহা হিসাব কর। 4°C তাপমাত্রায় 0·05 ml. জলে কতগুলি জলের অণু আছে ?**

[ What is Avogadro's number ?

Calculate the number of atoms of oxygen in 11·2 litres of ozone at N.T.P. What is the number of water molecules present in 0·05 ml. of water at 4°C. ]

উঃ। 1 গ্রাম-পরমাণু বা 1 গ্রাম-অণু পরিমাণ যে-কোন পদার্থে উহার নিজ পরমাণু বা অণুর সংখ্যা সর্বদাই নির্দিষ্ট এবং স্থির। এই নিত্য সংখ্যাই অ্যাভোগ্যাড্রো-সংখ্যা। ইহার বর্তমান স্বীকৃত মান—$6·02 \times 10^{23}$।

প্রমাণ অবস্থায় 22·4 লিটার ওজোন = 1 গ্রাম-অণু ওজোন

" 11·2 " " $= \frac{1}{2}$ বা 0·5 "

$\therefore$ প্রদত্ত আয়তনে ওজোন-অণুর সংখ্যা $= 0{\cdot}5 \times 6{\cdot}02 \times 10^{23}$

ওজোনের অণু 3টি অক্সিজেন পরমাণু দ্বারা গঠিত।

অতএব, অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা $= 3 \times 0{\cdot}5 \times 6{\cdot}02 \times 10^{23}$

$= 9{\cdot}03 \times 10^{23}$

0°C তাপমাত্রায় 1 ml. জল = 1 গ্রাম।

$\therefore$ " 0·05 ml. জল = 0·05 গ্রাম।

1 গ্রাম-অণু জল = 18 গ্রাম।

$\therefore$ 18 গ্রাম জলে $6{\cdot}02 \times 10^{23}$ সংখ্যক জলের অণু আছে।

$\therefore$ 0·05 " $\dfrac{6{\cdot}02 \times 10^{23}}{18} \times 0{\cdot}05$ "

$= 1{\cdot}67 \times 10^{21}$ সংখ্যক জলের অণু আছে।

4(a). মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব, যোজ্যতা এবং তুল্যাঙ্ক-ভারের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

লঘু খনিজ অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন পন্থায় কিভাবে ধাতুর তুল্যাঙ্ক-ভার নির্ণয় করিবে? (গণনার বিশদ বিবরণ দিতে হইবে।)

[ Deduce the relationship between atomic weight, valency and equivalent weight of an element.

How would you proceed to determine the equivalent weight of a metal by hydrogen displacement method from a dilute mineral acid ? (Details of method of calculation should be given). ]

উঃ। পদ্ধতিটির বর্ণনায় ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাঙ্ক-ভার-নির্ণয় দৃষ্টান্ত হিসাবে লওয়া হইল।

নীতি: অ্যাসিডের সহিত ধাতুর বিক্রিয়ায় যদি হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়, তাহা হইলে কত ওজনের ধাতু কি পরিমাণ (ওজন) হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে, তাহা নির্ণয় করিয়া ধাতুর তুল্যাঙ্ক-ভার বাহির করা হয়।

$$\text{ধাতুর তুল্যাঙ্ক-ভার} = \frac{\text{ধাতুর ওজন} \times 1{\cdot}008}{\text{উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন}}\text{।}$$

পদ্ধতি: যথার্থ ওজন করিয়া বিশুদ্ধ ম্যাগনেসিয়ামের খানিকটা (0·02 গ্রামের কাছাকাছি) একটি ওয়াচ-গ্লাসে লওয়া হয়। ওয়াচ-গ্লাসটি একটি বীকারে রাখিয়া একটি ফানেল উপুড় করিয়া উহা ঢাকিয়া দেওয়া হয়। এইবার বীকারটি জল দ্বারা ভর্তি করা হয়, যাহাতে নল-সহ সম্পূর্ণ ফানেলটি জলের ভিতর নিমজ্জিত থাকে। এক-মুখ-খোলা একটি অংশাঙ্কিত লম্বা নল জলে পূর্ণ করিয়া ফানেলের উপর উপুড় করিয়া বসাইয়া দেওয়া হয় এবং ছবিতে যেভাবে দেখানো হইয়াছে, ঐভাবে

একটি স্ট্যাণ্ডের সহিত আটকাইয়া রাখা হয়। বীকারের জলে কয়েক ফোঁটা কপার সালফেট দ্রবণ দেওয়া হয় এবং ধীরে ধীরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হয়। ম্যাগনেসিয়াম অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। এই নির্গত গ্যাস অংশাঙ্কিত নলে জমা হয়ঃ

$$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2$$

বিক্রিয়াশেষে অংশাঙ্কিত নলের খোলা মুখটি তরলের নীচেই আঙুল দিয়া বন্ধ করিয়া নলটিকে বাহিরে আনা হয়। অতঃপর ঐ নলটিকে একটি জল-ভরা জারের মধ্যে উপুড় করিয়া কিছু সময় ধরিয়া রাখা হয়। এখন নলটিকে উপর-নিচ করিয়া এমনভাবে রাখা হয়, যাহাতে অংশাঙ্কিত নলের জল এবং জারের জল যেন একই সমতলে থাকে। এই অবস্থায়, অংশাঙ্কিত নল হইতে হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন জানিয়া লওয়া হয়। ব্যারোমিটার হইতে বায়ুচাপ এবং থার্মোমিটারের সাহায্যে জলের উষ্ণতাও জানিয়া লওয়া হয়।

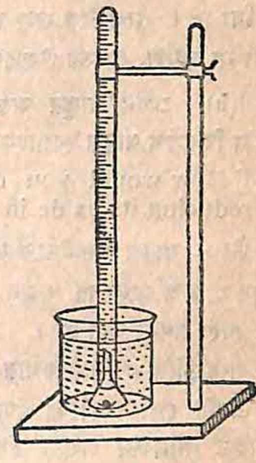


Fig. 1 ঃ প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেন সংগ্রহ করিবার ব্যবস্থা

**গণনা ঃ** ধরা যাউক, ম্যাগনেসিয়ামের ওজন = $w$ গ্রাম।

সঞ্চিত হাইড্রোজেনের আয়তন = $v$ c.c.

বায়ুচাপ = P mm.

জলের উষ্ণতা = $t$°C

এবং $t$°C উষ্ণতায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ = $f$ mm.

যেহেতু হাইড্রোজেন গ্যাস জলের উপর সংগ্রহ করা হয়, সুতরাং, হাইড্রোজেন গ্যাসের নিজস্ব চাপ = $(P-f)$ mm.।

যদি প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় এই হাইড্রোজেনের আয়তন $v'$ c.c. হয়, তাহা হইলে,

$$\frac{760 \times v'}{273} = \frac{(P-f) \times v}{273+t} \quad \text{বা,} \quad v' = \frac{(P-f)v \times 273}{760 \times (273+t)} \text{ c.c.}$$

সুতরাং, সঞ্চিত হাইড্রোজেনের ওজন = $\frac{(P-f)v \times 273}{760 \times (273+t)} \times 0{\cdot}00009$ গ্রাম।

কারণ, প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় 1 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন = 0·00009 গ্রাম।

$\frac{(P-f)v \times 273}{760 \times (273+t)} \times 0{\cdot}00009$ গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় $w$ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা। অতএব, 1·008 গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়

$$\frac{w \times 760 \times (273+t) \times 1{\cdot}008}{(P-f)v \times 273 \times 0{\cdot}00009}$$ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা।

$\therefore$ ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাঙ্ক-ভার $= \dfrac{w \times 760 \times (273+t) \times 1{\cdot}008}{(P-f)v \times 273 \times 0{\cdot}00009}$ ।

**বিঃ দ্রঃ।** নলটিকে জল ভরা জারের মধ্যে কাগজের ভাঁজে ধরিয়া রাখিতে হয়। তাহা না হইলে, হাতের উত্তাপেই উহার ভিতরের হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন বাড়ে।

**4(b). কোন ধাতুর অক্সাইডকে শুষ্ক এবং তপ্ত হাইড্রোজেন প্রবাহে বিজারিত করিয়া কিরূপে ধাতুর তুল্যাঙ্ক-ভার নির্ণয় করিবে ?**

[ How would you determine the equivalent weight of a metal by reducing its oxide in a current of dry and heated hydrogen ? ]

**উঃ।** ধাতব অক্সাইডকে ধাতুতে বিজারিত করিয়া ধাতব অক্সাইড এবং ধাতুর ওজন হইতে যুক্ত অক্সিজেনের ওজন জানা যায়। 8 গ্রাম অক্সিজেনের সহিত কত ধাতু যুক্ত হয়, তাহা গণনা করা হয়।

পদ্ধতিটির বর্ণনায় কপার অক্সাইডকে উদাহরণ হিসাবে লওয়া হইল।

একটি পোর্সেলীনের বোট খালি অবস্থায় ওজন করিয়া উহাতে কালো কপার অক্সাইড খানিকটা লওয়া হয় এবং পুনরায় ওজন করা হয়। অতঃপর একটি শক্ত কাচ-নলের ভিতর বোটটি রাখিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস-প্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। হাইড্রোজেন কর্তৃক কপার অক্সাইড ধাতব কপারে বিজারিত হয়: $CuO + H_2 = Cu + H_2O$। প্রায় 30 মিনিটের মতো সময় অতিবাহিত হইবার পর তাপ-দেওয়া বন্ধ করা হয়, কিন্তু হাইড্রোজেন গ্যাসের প্রবাহ অব্যাহত রাখা হয়। শীতল হওয়ার পর বোটটি বাহির করিয়া অবশেষ-সহ ওজন করা হয়।

**গণনা :** ধরা যাউক,

বোটের ওজন $= w_1$ গ্রাম

বোট এবং কপার অক্সাইডের ওজন $= w_2$ গ্রাম

বোট এবং কপারের ওজন $= w_3$ গ্রাম

$\therefore$ কপারের ওজন $= (w_3 - w_1)$ গ্রাম

অক্সিজেনের ওজন $= (w_2 - w_3)$ গ্রাম

$\therefore$ কপারের তুল্যাঙ্ক-ভার $= \dfrac{w_3 - w_1}{w_2 - w_3} \times 8$ ।

**4(c). সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ হইতে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষেপণ পন্থায় সিলভারের তুল্যাঙ্ক-ভার নির্ণয়।**

[ Determination of equivalent weight of metallic silver by silver chloride precipitation from $AgNO_3$ solution and sodium chloride solution. ]

**উঃ। নীতি :** 35·5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সঙ্গে যত ভাগ ওজন সিলভার যুক্ত হয়, উহাই মৌলটির তুল্যাঙ্ক-ভার।

**সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে অধঃক্ষেপণ ঃ** মোটামুটি 0·5 গ্রাম পরিমাণ সিলভারের পাত যথার্থ ওজন করিয়া লওয়া হয়। এই সিলভারটুকু একটি বীকারে লইয়া গাঢ় $HNO_3$-এ দ্রবীভূত করিয়া সিলভার নাইট্রেটে পরিণত করা হয়। অতঃপর এই দ্রবণে কিছু অতিরিক্ত পরিমাণ লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। ইহাতে সিলভার নাইট্রেটের সম্পূর্ণ সিলভারটুকু সিলভার ক্লোরাইড রূপে কঠিন আকারে অধঃক্ষিপ্ত (precipitated) হইয়া আসে। উহাকে একটি ফিল্টার কাগজের সাহায্যে ছাঁকিয়া পাতিত জলে ধুইয়া লওয়া হয়। পরে, শুষ্ক করিয়া উহার ওজন লওয়া হয়।

$$\underset{(w_1)}{Ag} \xrightarrow{HNO_3} AgNO_3 \xrightarrow{HCl} \underset{(w_2)}{AgCl}$$

**গণনা ঃ** সিলভার পাতের ওজন $= w_1$ গ্রাম

সিলভার ক্লোরাইডের ওজন $= w_2$ গ্রাম

$\therefore$ $(w_2 - w_1)$ গ্রাম ক্লোরিন $w_1$ গ্রাম সিলভারের সঙ্গে যুক্ত হয়

অথবা, 35·5 গ্রাম ক্লোরিন $\dfrac{w_1 \times 35{\cdot}5}{w_2 - w_1}$ গ্রাম সিলভারের সঙ্গে যুক্ত হয়

$\therefore$ সিলভারের তুল্যাঙ্ক-ভার $= \dfrac{w_1 \times 35{\cdot}5}{w_2 - w_1}$

**সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণের সাহায্যে অধঃক্ষেপণ ঃ** পূর্বোক্ত পদ্ধতিটি দেখ। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে সোডিয়াম ক্লোরাইডের লঘু দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণে দেওয়া হয়।

$$\underset{(w_1)}{Ag} \xrightarrow{HNO_3} AgNO_3 \xrightarrow{NaCl} \underset{(w_2)}{AgCl}$$

● **Problems ঃ** পি. সি. রক্ষিত এবং এস. পি. ব্যানার্জী প্রণীত **উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খন্ড** দেখ।

5. **আণবিক-ওজন-সংক্রান্ত গাণিতিক উদাহরণ ঃ**

[ Problems on atomic weights ]

পি. সি. রক্ষিত এবং এস্. পি. ব্যানার্জী প্রণীত **উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খন্ড** দেখ।

6(a). **ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ ঃ**

**অ্যাসিড লবণ, ক্ষারকীয় লবণ, শমিত লবণ এবং দ্বি-লবণ।**

[ Write explanatory notes on :

Acidic salts, basic salts, neutral salts and double salts. ]

**উঃ।** **অ্যাসিড লবণ** (Acidic Salt) **ঃ**

যে অ্যাসিডে প্রতিস্থাপনযোগ্য একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু আছে, সেই

অ্যাসিডের হাইড্রোজেন পরমাণু আংশিকভাবে প্রতিস্থাপিত করিলে যে-লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে **বাই-লবণ** বা **অ্যাসিড লবণ** বলা হয়। এইরূপ লবণে কিছু প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে বলিয়া ইহাতে লবণ এবং অ্যাসিড—উভয়েরই ধর্ম দেখা যায়। যথা—$NaHCO_3$ এবং $NaHSO_4$ যথাক্রমে কার্বনিক ($H_2CO_3$) এবং সালফিউরিক ($H_2SO_4$) অ্যাসিডের দুইটি প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে একটিমাত্র পরমাণুর প্রতিস্থাপন দ্বারা গঠিত হইয়াছে এবং এই কারণে ইহাদিগকে বাই-লবণ বা অ্যাসিড লবণ বলা হয়।

**ক্ষারকীয় লবণ ( Basic Salt ) :**

যে সমস্ত লবণে উদ্বৃত্ত ক্ষারক, অর্থাৎ, অক্সিজেন বা OH গ্রুপ থাকে এবং যাহা আম্লিক মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিতে পারিলে শমিত লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাদিগকে **ক্ষারকীয় লবণ** বলা হয়। বহু-অম্লী ( polyacidic ) ক্ষারকের আংশিক প্রশমনে ক্ষারকীয় লবণ গঠিত হয়।

$$Pb(OH)_2 + HCl = \underset{\text{ক্ষারকীয় লবণ}}{Pb(OH)Cl} + H_2O$$

ক্ষারকীয় লবণকে শমিত লবণ এবং ক্ষারকের ( যাহা হইতে ইহা উদ্ভূত ) যৌগ হিসাবে মনে করা যাইতে পারে। যেমন—ক্ষারকীয় জিঙ্ক ক্লোরাইড

$$ZnCl_2 + Zn(OH)_2 \rightarrow 2Zn(OH)Cl।$$

**শমিত লবণ ( Neutral Salt ) :**

অ্যাসিডের সমস্ত প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতু দ্বারা বা ধাতুর প্রকৃতি-সম্পন্ন কোন পরমাণু-যুটি, যথা—অ্যামোনিয়াম মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া যে-লবণ উৎপন্ন হয়, তাহাকে **শমিত লবণ** বলে। তুল্যাঙ্ক পরিমাণ অ্যাসিড এবং ক্ষার বা ক্ষারকের বিক্রিয়ায় শমিত লবণ উৎপন্ন হয়। যথা—$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$ ; $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$। এখানে $Na_2SO_4$, $NaCl$ প্রভৃতি শমিত লবণ।

**দ্বি-লবণ বা দ্বিধাতুক লবণ ( Double Salt ) :**

কখনও কখনও দুইটি লবণের মিশ্র-দ্রবণ হইতে কেলাসনে, দুইটি লবণ স্ফটিকাকারে একত্র যুক্তভাবে কেলাসিত হয়। যেমন—$K_2SO_4$ এবং $Al_2(SO_4)_3$-এর মিশ্র-দ্রবণ হইতে যে-কেলাস উৎপন্ন হয়, উহাতে প্রতিটি $K_2SO_4$ অণুর সঙ্গে একটি $Al_2(SO_4)_3$ অণু সংহত থাকে ; উহার সঙ্কেত—$K_2SO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$। ইহাদের **দ্বি-লবণ** বা কখনও **দ্বি-ধাতুক লবণ** (Double salt) বলা

হয়। দ্বি-লবণ কেবলমাত্র কঠিন অবস্থাতেই থাকিতে পারে; দ্রবীভূত করিলে উহারা মিশ্র-দ্রবণে পরিণত হইয়া স্ব-স্ব আয়নে বিয়োজিত হয়। যেমন—

$$K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O \rightleftharpoons (2K^+ + SO_4^{--}) + (2Al^{+++} + 3SO_4^{--}) + 24H_2O$$
$$= 2K^+ + 2Al^{3+} + 4SO_4^{--} + 24H_2O$$

এইরূপ অনেক দ্বি-ধাতুক লবণ দেখা যায় এবং প্রায়ই উহাদের সঙ্গে কেলাস জল থাকে; যেমন—$(NH_4)_2SO_4$, $FeSO_4$, $6H_2O$ ( ম্য'র লবণ )।

দ্বি-ধাতুক লবণ গঠনকালে যদিও নতুন যৌগ গঠিত হয়, কোন নতুন আয়ন সৃষ্টি হয় না; জলীয় দ্রবণে উপাদান লবণগুলির আয়নসমূহ নিজ নিজ অস্তিত্ব বজায় রাখে।

6(b). ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ :

**লবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ এবং যে ধরনের লবণসমূহের আর্দ্র-বিশ্লেষণ হয়।**

[ Write explanatory notes on :

Hydrolysis of salts and the type of salts undergoing hydrolysis. ]

উঃ। কোন কোন যৌগিক পদার্থ জলের সংস্পর্শে আসিলে উহার আংশিক বা সম্পূর্ণ বিভাজন ঘটে। জলের সঙ্গে এইরূপ বিক্রিয়ার নাম **আর্দ্র-বিশ্লেষণ।**

উদাহরণ— $PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$

$BiCl_3 + H_2O = BiOCl + 2HCl$

$CH_3COOEt + H_2O = CH_3COOH + EtOH$

$\underset{\text{আখের চিনি}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ফ্রুক্টোজ}}{C_6H_{12}O_6}$

কোন কোন লবণও জলীয় দ্রবণে জল দ্বারা আক্রান্ত হইয়া আংশিক বিযোজিত হইয়া যায়। বিযোজনের ফলে যে অ্যাসিড ও ক্ষার হইতে লবণটি উদ্ভূত, আবার তাহাই উৎপন্ন হয়। ইহাকে বলে **লবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ।** লবণের এই আর্দ্র-বিশ্লেষণ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

$$\underset{\text{লবণ}}{CH_3COONa} + H_2O = \underset{\text{অ্যাসিড}}{CH_3COOH} + \underset{\text{ক্ষার}}{NaOH}$$

অ্যাসিড এবং ক্ষারের বিক্রিয়াতে উহারা পরস্পরকে প্রশমিত করিয়া লবণ উৎপাদন করে। সুতরাং, শমিত লবণের দ্রবণ প্রশম হইবে, উহা লিটমাসের রঙ লাল বা নীল করিবে না। শমিত লবণে প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন বা OH-মূলক নাই। কিন্তু অনেক সময় দেখা যায়, কোন কোন শমিত লবণের দ্রবণ আম্লিক বা ক্ষারীয়। যেমন—সোডিয়াম কার্বনেট ($Na_2CO_3$), সোডিয়াম অ্যাসিটেট ($CH_3COONa$) প্রভৃতির জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়। আবার, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ($NH_4Cl$), ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) প্রভৃতির দ্রবণ আম্লিক।

দেখা গিয়াছে, যে অ্যাসিড ও ক্ষার হইতে প্রশমিত লবণ উৎপন্ন, তাহারা উভয়েই যদি তীব্র হয়, তবে লবণের দ্রবণ প্রশম হইবে ; যথা—NaCl, $KNO_3$, $Na_2SO_4$ ইত্যাদি। এইসব লবণ জলীয় দ্রবণে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না। কিন্তু যদি লবণ-উৎপাদনকারী অ্যাসিড বা ক্ষারের মধ্যে একটি বা উভয়েই মৃদু হয়, তবে সেই লবণের দ্রবণ আম্লিক বা ক্ষারীয় হইবে।

ইহার কারণ, এই সকল লবণ জল দ্বারা কিছু পরিমাণে বিশ্লেষিত হইয়া তুল্য পরিমাণে আদি অ্যাসিড ও ক্ষারে পরিণত হয়। উৎপন্ন অ্যাসিড ও ক্ষার সমান তীব্র নয় বলিয়া দ্রবণে অম্লত্ব বা ক্ষারত্ব—একটি অধিকতর হইবে। এইকারণে, উহা আম্লিক বা ক্ষারীয় হয়।

6(c) ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ :
তড়িৎ-বিশ্লেষ্য, তড়িৎ-বিশ্লেষণ, কুলম্ব, ফ্যারাডে।
[ Write explanatory notes on :
Electrolytes, electro ysis, Coulomb, Faraday. ]

উঃ। <u>তড়িৎ-বিশ্লেষ্য ( Electrolytes ) :</u>

কোন কোন বস্তুর মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ-পরিবহণ-কালে, বস্তুগুলি বিভাজিত হইয়া যায় এবং নূতন পদার্থের সৃষ্টি করে। অ্যাসিড, ক্ষার, লবণ জাতীয় পদার্থের দ্রবণ—এই শ্রেণীতে পড়ে। ইহারা সবাই যৌগিক পদার্থ। কিন্তু কঠিন অবস্থায় ইহারা বিদ্যুৎ-পরিবহণ করে না। কেবলমাত্র **গলিত অবস্থায় বা কোন কোন উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত অবস্থায়** উহারা তড়িৎ-পরিবাহী। এই সকল পরিবাহীতে আয়ন তড়িৎ-পরিবহণ করে।

সব যৌগিক পদার্থের কিন্তু তড়িৎ-পরিবহণ ক্ষমতা নাই ; যেমন—চিনি, তেল, স্টার্চ, মোম ইত্যাদি কোন অবস্থাতেই বিদ্যুৎ বহন করে না।

যে-সকল দ্রবণ বা গলিত তরল বিদ্যুৎ-পরিবাহী, ফ্যারাডে তাহাদের নাম দিলেন—**তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পরিবাহী**। অর্থাৎ, **তড়িৎ-প্রবাহের ফলে বিভাজিত হয়, এমন দ্রবণ বা পদার্থ-বিশেষের তরলকে তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থ** (Electrolytes) বলে। লবণ, অ্যাসিড বা ক্ষারের দ্রবণ, কিংবা উহাদের গলিত তরল—তড়িৎ-বিশ্লেষ্য।

<u>তড়িৎ-বিশ্লেষণ ( Electrolysis ) :</u>

তড়িৎপ্রবাহের সাহায্যে কোন গলিত বা দ্রবীভূত পদার্থের রাসায়নিক বিযোজন-প্রক্রিয়াকে **তড়িৎ-বিশ্লেষণ** (electrolysis) বলে।

সুতরাং, **তড়িৎ-পরিবহণ + রাসায়নিক বিযোজন = তড়িৎ-বিশ্লেষণ।**

তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয় যে-পাত্রে, উহাকে **তড়িৎ-বিশ্লেষক কোষ** (electrolytic cell) বা **ভোল্টামিটার** (voltameter) বলে। আর যে-দণ্ড, তার বা পাতের মাধ্যমে

তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের ভিতরে তড়িৎ-উৎস হইতে তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়, তাহাদিগকে তড়িৎ-দ্বার বা ইলেকট্রোড ( electrodes ) বলা হয়।

যাহা হউক, তড়িৎ-পরিবহণ-কালে তার ইত্যাদি পরিবাহী বস্তুসমূহের কোন স্থায়ী বা রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে না ; পক্ষান্তরে, লবণের জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড-মিশ্রিত জল ইত্যাদি তড়িৎ-পরিবহণ-কালেই বিযোজিত হয়। অতি অল্প পরিমাণ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া বা জলের সহিত অতি সামান্য পরিমাণ অ্যাসিড বা ক্ষার মিশ্রিত করিয়া প্লাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে ঐ জলে তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। এই ঘটনাকে **জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণ** বলে।

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

**কুলম্ব ( Coulomb ) ঃ**

তড়িতের ব্যবহারিক একক **কুলম্ব** (coulomb)। 1 অ্যাম্পীয়ার প্রবাহ 1 সেকেন্ড চালনা করিলে ব্যয়িত তড়িৎ-এর পরিমাণকে এক কুলম্ব বলে।

$c$ অ্যাম্পীয়ার প্রবাহ যদি $t$ সেকেন্ড ধরিয়া চালনা করা হয় এবং ফলে Q কুলম্ব তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তবে $Q = c \times t$

অর্থাৎ, কুলম্ব = অ্যাম্পীয়ার × সেকেন্ড।

**ফ্যারাডে ( Faraday ) ঃ**

কুলম্ব এবং অ্যাম্পীয়ারের সংজ্ঞা হইতে লেখা যায়—

0·001118 গ্রাম রূপা উৎপন্ন করিতে 1 কুলম্ব তড়িৎ প্রয়োজন

107·887 " " 107·887/0·001118 কুলম্ব বা 96,500 কুলম্ব প্রয়োজন।

∴ 107·887 গ্রাম রূপা, অর্থাৎ, 1 গ্রাম-তুল্যাঙ্ক রূপা উৎপন্ন করিতে 96,500 কুলম্ব প্রয়োজন। এই পরিমাণ তড়িৎকে এক **ফ্যারাডে** (Faraday) বলে। ফ্যারাডে তড়িৎ-এর বৃহত্তর একক। ইহাকে চিহ্ন $F$ দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

$$\therefore \quad F = 96{,}500 \text{ কুলম্ব}$$

**(d). ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ ঃ**

**নরম্যাল দ্রবণ, ফরম্যাল দ্রবণ এবং আণব দ্রবণ।**

[ Write explanatory notes on :

Normal, formal and molar solutions. ]

উঃ। **নরম্যাল দ্রবণ** বা **তুল্য দ্রবণ** (Normal Solutions ) ঃ

এক লিটার দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারের এক গ্রাম-তুল্যাঙ্ক দ্রবীভূত থাকিলে, সেই দ্রবণকে "নরম্যাল বা তুল্য দ্রবণ" বলা হয়। এই দ্রবণকে "1 N" বা শুধু N দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

এক লিটার দ্রবণে যদি 49 গ্রাম $H_2SO_4$ ( গ্রাম-তুল্যাঙ্ক ) দ্রবীভূত থাকে, সেই দ্রবণকে বলা হয় 1N $H_2SO_4$ ।

সেইরূপ এক লিটার দ্রবণে যদি 40 গ্রাম NaOH দ্রবীভূত থাকে, তবে সেই দ্রবণ হইবে, 1N NaOH ।

সোডিয়াম কার্বনেটের তুল্যাঙ্ক 53 ; অতএব, এক লিটার 1N $Na_2CO_3$ দ্রবণে 53 গ্রাম ঐ লবণ দ্রবীভূত থাকিবে।

এক লিটার কোন দ্রবণে যে-কোন পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত থাকিলে, তাহার শক্তি নরম্যাল দ্রবণের সঙ্গে তুলনা করিয়া প্রকাশ করা হয়। যেমন—এক লিটার দ্রবণে যদি 4·9 গ্রাম $H_2SO_4$ থাকে, তবে উহার শক্তি বা মাত্রা হইবে—0·1N $H_2SO_4$ অর্থাৎ, এক-দশমাংশ নরম্যাল দ্রবণ কিংবা ডেসি-নরম্যাল দ্রবণ।

## ফর্ম্যাল দ্রবণ ( Formal Solution ) :

অনেক পদার্থ আছে, যাহাদের অণু হিসাবে কোন অস্তিত্বই নাই। যেমন—NaCl। কঠিন অবস্থায় এবং জলীয় দ্রবণে ইহা আয়ন অবস্থাতেই থাকে। অক্সালিক অ্যাসিডের [ $C_2H_2O_4, 2H_2O$ ] জলীয় দ্রবণে এই সংকেতের কোন অণু থাকে না। আবার কখনও কখনও একাধিক অণু সংগুণিত হইয়া থাকে, যেমন—অ্যাসেটিক অ্যাসিড, বেনজোইক অ্যাসিড ইত্যাদি। এই জন্য দ্রাব-পদার্থের সরলতম সংকেতে যে-সকল পরমাণু আছে, তাহাদের সম্মিলিত ওজনকে গ্রামে প্রকাশ করা হয় এবং উহাকে গ্রাম-সংকেত গুরুত্ব (gm-formula weight) বলা হয়।

এক লিটার দ্রবণে যদি এক গ্রাম-সংকেত গুরুত্ব দ্রাব দ্রবীভূত থাকে, তবে উহাকে এক **ফর্ম্যাল দ্রবণ** (1·0F) বলা হয়।

এক লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-সংকেত গুরুত্ব দ্রাব দ্রবীভূত থাকে, তাহাই উহার ফর্ম্যালিটি (formality)।

## আণব দ্রবণ ( Molar Solution ) :

এক লিটার দ্রবণে যদি এক গ্রাম-অণু দ্রাব থাকে, তবে উহাকে **মোলার বা আণব দ্রবণ** (molar solution) বলা হয়। যদি এক গ্রাম-অণুর এক-দশমাংশ দ্রাব এক লিটার দ্রবণে থাকে, তবে, উহা "দশমাংশ আণব দ্রবণ বা ডেসিমোলার দ্রবণ" হইবে। প্রতি লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-অণু দ্রাব দ্রবীভূত থাকিবে, উহাই দ্রবণের "আণব-মাত্রা" বা "মোলারিটি" ( molarity )। এক আণব $H_2SO_4$ দ্রবণকে লেখা হইবে—1M $H_2SO_4$ ।

এক-ক্ষারী অম্লের এবং এক-আম্লিক ক্ষারের গ্রাম-অণু এবং গ্রাম-তুল্যাঙ্ক—একই পরিমাণ। যেমন—NaOH-এর তুল্যাঙ্ক—40 এবং আণবিক গুরুত্ব—40। ইহাদের

ক্ষেত্রে আণব দ্রবণ এবং নরম্যাল দ্রবণের মধ্যে কোন পার্থক্য নাই ; কিন্তু অন্যান্য ক্ষার অথবা অম্লের ক্ষেত্রে ইহা প্রযোজ্য নয়।

যেমন—1M $H_2SO_4$-এর এক লিটারে 98 গ্রাম অ্যাসিড থাকে।

কিন্তু 1N $H_2SO_4$-এর এক লিটারে 49 গ্রাম অ্যাসিড থাকে।

অতএব, 1M $H_2SO_4$ অ্যাসিড দ্রবণ 1N $H_2SO_4$-এর দ্রবণের চেয়ে দ্বিগুণ গাঢ়।

6(e). ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ :

অ্যাসিড-ক্ষারক নির্দেশক এবং নিম্নলিখিত ধরনের টাইট্রেশনগুলির ক্ষেত্রে নির্দেশক নির্বাচন—(i) তীব্র অ্যাসিড—তীব্র ক্ষারক, (ii) তীব্র অ্যাসিড—মৃদু ক্ষারক, (iii) তীব্র ক্ষারক—মৃদু অ্যাসিড।

[ Write explanatory notes on :

Acid-base indicators and choice of indicators in the titration (i) strong acid with strong base, (ii) strong acid with weak base, (iii) strong base with weak acid. ]

উঃ। যে-সকল পদার্থ অ্যাসিড-দ্রবণে এক রঙ এবং ক্ষার-দ্রবণে অন্য রঙ ধারণ করে, অর্থাৎ, যাহারা রঙের পরিবর্তন দ্বারা দ্রবণ—আম্লিক না ক্ষারীয়, তাহা নির্দেশ করে, তাহাদের অ্যাসিড-ক্ষারক সূচক বা নির্দেশক বলে। যেমন : লিটমাস—অ্যাসিডে লাল এবং ক্ষারে নীল হয়। লিটমাস—একটি অ্যাসিড-ক্ষারক সূচক ( নির্দেশক )। অ্যাসিড এবং ক্ষার—পরস্পরের সংস্পর্শে আসিলে, অ্যাসিড—ক্ষারের ক্ষারত্ব এবং ক্ষার—অ্যাসিডের অম্লত্ব বিনাশ করে। যে মুহূর্তে উহারা পরস্পর সম্পূর্ণ প্রশমিত হয়, তাহাকে প্রশমন-ক্রিয়ার সমাপ্তিক্ষণ বা প্রশমন-বিন্দু বলে। অ্যাসিড-ক্ষারক সূচক ( নির্দেশক ) উহাদের রঙের পরিবর্তন দ্বারা এই সমাপ্তিক্ষণও নির্দেশ করিতে পারে। এক্ষেত্রে ইহাদিগকে অ্যাসিড-ক্ষারক-প্রশমন নির্দেশক বা সূচক বলা হয়।

টাইট্রেশনের সময় ঠিক সম-তুল্যাঙ্ক পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষার মিশ্রিত করিলে, উহারা সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত হইবে এবং সূচক—সমাপ্তি-বিন্দু নির্দেশ করিবে। তীব্র-অ্যাসিড এবং তীব্র-ক্ষার দ্রবণের টাইট্রেশনে ইহা যে-কোন সূচক নির্দেশ করে।

কিন্তু টাইট্রেশনে ক্ষার বা অ্যাসিডের একটি যদি মৃদু হয়, তবে উহাদের সম-তুল্যাঙ্ক পরিমাণ মিশ্রিত করিলেও মিশ্র দ্রবণটি সামান্য ক্ষারীয় বা আম্লিক থাকিতে দেখা যায়। ইহার কারণ, যে লবণ ( মৃদু ক্ষার বা অ্যাসিড জাত ) উৎপন্ন হইবে, তাহার কিঞ্চিৎ আর্দ্র-বিশ্লেষণ হয়। সেইজন্য হিসাবমতো প্রশমন-ক্ষণেও সূচক—সমাপ্তি-বিন্দু দেখাইবে না।

কোন কোন সূচক অতি সামান্য অ্যাসিডের উপস্থিতিতেও সমাপ্তি-বিন্দু নির্দেশ করিতে পারে ; যেমন—মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড। আবার কোন কোন সূচক

অতি সামান্য ক্ষারের বর্তমানেও সমাপ্তি-বিন্দু নির্দেশ করিতে সক্ষম, যেমন—ফিনলথ্যালিন। এই কারণে অ্যাসিড ও ক্ষারের টাইট্রেশন করার সময়, উহাদের তীব্রতা অনুসারে বিভিন্ন সূচক ব্যবহার করা হয়। সব সূচক, সব প্রশমন-ক্রিয়ার উপযোগী নয়।

| প্রশমন-ক্রিয়া | সূচক |
|---|---|
| ১। তীব্র ক্ষারক—তীব্র অ্যাসিড ( যথা—$NaOH + HCl$ ) | যে-কোন সূচক |
| ২। তীব্র ক্ষারক—মৃদু অ্যাসিড (যথা—$NaOH + CH_3COOH$) | ফিনলথ্যালিন |
| ৩। মৃদু ক্ষারক—তীব্র অ্যাসিড (যথা—$Na_2CO_3 + HCl$) | মিথাইল অরেঞ্জ |

● **Problems :** 'অ্যাসিড-ক্ষারক' টাইট্রেশন সম্পর্কিত সরল গণনার জন্য পি. সি. রক্ষিত এবং এস্. পি. ব্যানার্জী প্রণীত উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খন্ড দেখ।

**7(a). সমীকরণে $Pv = nRT$ হইতে কি বোঝা যায় ?**

**R-এর মান—**

**গ্রাম-অণু-প্রতি, ডিগ্রী-প্রতি লিটার-অ্যাটমস্ফিয়ারে,**
**গ্রাম-অণু-প্রতি, ডিগ্রী-প্রতি আর্গে**
**গ্রাম-অণু-প্রতি, ডিগ্রী-প্রতি ক্যালরিতে গণনা কর।**

**[ What is meant by the equation $Pv = nRT$ ?**
**Calculate the values of R**

**in lit. atm. $deg^{-1}$ $mole^{-1}$**
**in ergs $deg^{-1}$ $mole^{-1}$**
**in cals $deg^{-1}$ $mole^{-1}$ ]**

উঃ। গ্যাস-সমীকরণ $Pv = nRT$.

বয়েল সূত্র, চার্লস সূত্র এবং অ্যাভোগাড্রো-সূত্র একত্র সমন্বয় করিলে উপরোক্ত সমীকরণ পাওয়া যায়। এখানে ভর, উষ্ণতা এবং চাপ—সবই পরিবর্তনশীল। P চাপে এবং T তাপমাত্রায় ( পরম উষ্ণতা ) $n$ গ্রাম-অণু গ্যাসের আয়তন $= v$।

যদি নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস লওয়া হয়, তবে

$$\frac{Pv}{T} = nR = K \text{ (ধ্রুবক)}।$$

গ্যাসের বিভিন্ন অবস্থায় চাপ, আয়তন এবং উষ্ণতা যদি $P_1$, $V_1$, $T_1$ এবং $P_2$, $V_2$, $T_2$ হয়, তাহা হইলে,

$$\frac{P_1v_1}{T_1} = \frac{P_2v_2}{T_2} = K \quad \cdots \quad (1)$$

সমীকরণ (1)-এর সাহায্যে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতার পরিবর্তনে আয়তনের কি পরিবর্তন হইবে—গণনা করা সম্ভব।

যদি এক গ্রাম-অণু গ্যাস লওয়া হয় এবং উহার আয়তনকে V দ্বারা চিহ্নিত করা হয়, তাহা হইলে,

$$PV = nRT = RT, \qquad [\text{ যেহেতু } n = 1 \text{ }]$$

$$\therefore \quad \frac{PV}{T} = R \qquad [\text{ এক গ্রাম-অণু যে-কোন গ্যাসের জন্য }]$$

একটি নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায়, যে-কোন গ্যাসের এক গ্রাম-অণুর আয়তন (V) একই হইবে। সুতরাং,

$R = \frac{PV}{T}$—এই সমীকরণটি যে-কোন গ্যাসের এক গ্রাম-অণুর পক্ষে প্রযোজ্য।

অতএব, যে-কোন গ্যাসের এক গ্রাম-অণুর চাপ ও আয়তনের গুণফলকে উষ্ণতা (°K) দ্বারা ভাগ করিলে R-এর একই মূল্য পাওয়া যাইবে। অতএব, R-এর মূল্য সব গ্যাসের পক্ষে একই হইবে ; 'R'—একটি সার্বিক ধ্রুবক (Universal constant)। ইহাকে বলা হয় **আণব গ্যাস-ধ্রুবক** বা সংক্ষেপে **আণব ধ্রুবক** (Molar gas constant)।

**'R'-এর মূল্যায়ন :**

$R = \frac{PV}{T}$,—এই সমীকরণে চাপকে ডাইনে বা অ্যাটমস্ফিয়ারে প্রকাশ করা যায় ; আয়তনকে লিটার বা সিসিতে ধরা যায়। সুতরাং, বিভিন্ন ক্ষেত্রে R-এর মান সংখ্যাতে এক হইবে না।

প্রমাণ অবস্থায়, অর্থাৎ, 1 অ্যাটমস্ফিয়ার চাপে এবং 273°K উষ্ণতায় যে-কোন গ্যাসের এক গ্রাম-অণুর আয়তন 22·4 লিটার। অতএব,

(ক) $R = \frac{PV}{T} = \frac{1 \text{ ( অ্যাটমস্ )} \times 22{\cdot}4 \text{ ( লিটার )}}{273 \text{ (°K)}}$

$= 0{\cdot}082$ লিটার-অ্যাটমস্ফিয়ার প্রতি ডিগ্রি (°K)/গ্রাম-অণু

(খ) 0°C-এ পারদের ঘনত্ব = 13·6 গ্রাম/সিসি,

অভিকর্ষজ ত্বরণ $g$ = 981 সেমি/সেকেন্ড²

$\therefore$ 1 অ্যাটমস্ফিয়ার চাপ ≡ 76 সেমি পারদ,

অর্থাৎ, 76 সিসি পারদের ওজন/সেমি² ≡ 76 × 13·6 × 981 ডাইন/সেমি²

$\because \quad R = \frac{PV}{T} = 76 \times 13{\cdot}6 \times 981 \frac{\text{ডাইন}}{\text{সেমি}^2} \times \frac{22400 \text{ সেমি}^3}{273 \text{ ডিগ্রি (°K)}}$

$= 8{\cdot}314 \times 10^7 \frac{\text{ডাইন} \times \text{সেমি}}{\text{ডিগ্রি ( °K )}}$

$= 8{\cdot}314 \times 10^7$ আর্গ প্রতি ডিগ্রি (°K)/গ্রাম-অণু

(গ) $4{\cdot}184 \times 10^7$ আর্গ = 1 ক্যালরি ( তাপের একক )

$\therefore$ $R = 8{\cdot}314 \times 10^7$ আর্গ প্রতি ডিগ্রি (°K)/গ্রাম-অণু

$= \frac{8{\cdot}314 \times 10^7}{4{\cdot}184 \times 10^7}$ ক্যালরি প্রতি ডিগ্রি (°K)/গ্রাম-অণু

$= 1{\cdot}987 \approx 2$ ক্যালরি প্রতি ডিগ্রি (°K)/গ্রাম-অণু।

7(b). ডালটনের অংশ-প্রেষ সূত্র এবং গ্রেহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র বিবৃত কর। স্থির তাপমাত্রায় কিছু গ্যাসের চাপ P এবং সেই অনুসারে PV (V = আয়তন) লইয়া লেখচিত্র অংকন কর।

[State Dalton's law of partial pressure and Graham's law of diffusion. Draw a plot of PV against P of a definite mass of gas at a constant temperature.]

উঃ। ডালটন নানা রকমের গ্যাস-মিশ্রণ লইয়া পরীক্ষা করিয়া প্রমাণ করেন, "স্থির উষ্ণতায় একটি গ্যাস-মিশ্রণের চাপ, উহার উপাদান-গ্যাসগুলির অংশ-প্রেষের সমষ্টি।" অতএব,

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots$$

যেখানে, গ্যাস-মিশ্রণের চাপ = P এবং $p_1, p_2, p_3$, ইত্যাদি—উপাদান-গ্যাসগুলির অংশ-প্রেষ। ইহাকেই "ডালটনের অংশ-প্রেষ সূত্র" বলে। বিভিন্ন গ্যাসের এবং মিশ্রণের তাপমাত্রা অবশ্যই অপরিবর্তিত থাকিতে হইবে।

"স্থির চাপ ও উষ্ণতায়, গ্যাসের ব্যাপন-বেগ উহার ঘনত্বের বর্গমূলের বিপরীত অনুপাতে পরিবর্তিত হয়।" ইহাই গ্রেহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র।"

এই সূত্রটি গ্যাসের ব্যাপন ও নিঃসরণ—দুইটি ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

যদি $v$ সিসি গ্যাস $t$ সেকেন্ডে নির্গত হয়, তাহা হইলে গ্যাসের ব্যাপন বেগ, $R = v/t$। এই বেগ—ঘনত্বের বর্গমূলের বিপরীত অনুপাতে থাকিতে দেখা যায়।

$\therefore$ $R \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$ [ যেখানে $d$ গ্যাসের ঘনত্ব ]

<u>PV বনাম P লেখচিত্র ঃ</u>

[ প্রশ্নটিতে ত্রুটি আছে ঃ "বয়েল সূত্র যদি সত্য হয়"—এই শর্তটি প্রশ্নটিতে থাকা প্রয়োজন। ]

অনুভূমিক অক্ষে P এবং উল্লম্ব অক্ষে PV নির্দেশ করিয়া লেখচিত্র আঁকিলে অনুভূমিক অক্ষের সমান্তরাল একটি রেখাচিত্র পাওয়া যাইবে।

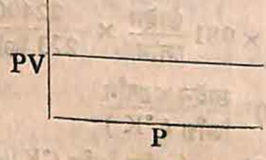



Fig. 2

● **Problems** : ডালটনের অংশ-প্রেষ সূত্র এবং গ্রেহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র সম্পর্কিত সরল গাণিতিক উদাহরণের জন্য পি. সি. রক্ষিত এবং এস্. পি. ব্যানার্জী প্রণীত উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খন্ড দেখ।

8. কলয়েড বলিতে কি বোঝ? ক্রিস্ট্যালয়েড হইতে কিরূপে কলয়েড পৃথক করা হয়? দ্রাব্যতার সংজ্ঞাটি ব্যাখ্যা কর। দ্রাব্যতা-লেখ-এর কয়েকটি ব্যবহারিক প্রয়োগ উল্লেখ কর।

[ What are colloids? How is the colloid separated from crystalloid? Explain the term solubility. Give some of the practical applications of solubility curves. ]

**উঃ। কোন একটি পদার্থ যদি অপর একটি পদার্থের মধ্যে মোটামুটি $10^{-5} \sim 10^{-7}$ সেমি ব্যাস-বিশিষ্ট কণার আকারে ছড়াইয়া থাকে, তাহা হইলে উৎপন্ন অসমসত্ত্ব ( বাহ্যতঃ সমসত্ত্ব ) মিশ্রণটিকে "কলয়েড বা কলিল" বলা হয়।**

যে-পদার্থটি ছোট ছোট কণার আকারে ছড়াইয়া থাকে, উহাকে বলে **বিস্তৃত দশা** (disperse phase)। আর, যে-মাধ্যমে উহা বিস্তৃত হয়, তাহাকে বলে **বিস্তার মাধ্যম** (dispersion medium)।

বস্তুতঃ, পদার্থটি যথার্থ দ্রবণ এবং স্থূল প্রলম্বনের মধ্যবর্তী অবস্থায় আছে।

যেহেতু কণাগুলির ব্যাস $10^{-5} \sim 10^{-7}$ সেমি, সুতরাং, এই সকল ক্ষুদ্র কণাতে শত শত অণু একত্রে থাকিবে। কোন কোন পদার্থের অণু বিশালাকার, যেমন—ডিমের অ্যালবুমিন, স্টার্চ প্রভৃতি। ইহাদের একটি অণুর ব্যাসই $10^{-6} \sim 10^{-7}$ সেমি। সুতরাং, ইহারা কোন তরলে মিশিলেই উহাদের কলয়ডীয় দ্রবণ উৎপন্ন হয়।

**পৃথকীকরণ :**

ঝিল্লি-বিশ্লেষণের সাহায্যে ইহা করা হইয়া থাকে। কলয়েড দ্রবণ ( সল )—সাধারণ ফিল্টার কাগজের ভিতর দিয়া দ্রবণের মতোই নির্গত হয়। কিন্তু কতকগুলি ফিল্টার

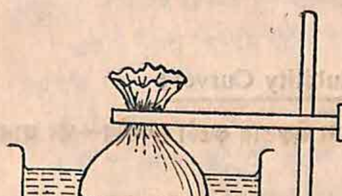



Fig. 3 : অপোহন

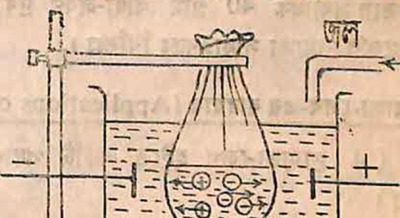



Fig. 4 : তড়িৎ-অপোহন

আছে, যেমন—কলোডিয়ন, পার্চমেণ্ট কাগজ, ইত্যাদি; উহাদের ভিতর দিয়া দ্রবণ

নির্গত হয়, কিন্তু কলয়েডীয় কণা যাইতে পারে না। একটি পার্চমেণ্ট কাগজের থলিতে কলয়েড ও দ্রবণের মিশ্রণ লওয়া হয় এবং থলিটি বিশুদ্ধ জলের ভিতর ঝুলাইয়া রাখা হয়। দ্রবিত পদার্থগুলি আস্তে আস্তে পার্চমেণ্টের ভিতর দিয়া বাহির হইয়া যায়। মাঝে মাঝেই বাহিরের জল পাল্টাইয়া দিতে হয়। এইভাবে অবাঞ্ছিত দ্রাব হইতে কলয়েডকে মুক্ত করা হয়। এই প্রক্রিয়ার নাম **অপোহন বা ঝিল্লী-বিশ্লেষণ**।

যে-দ্রাবটি অপোহন দ্বারা দূর করিতে হইবে, উহা যদি আয়নীয় হয় (যেমন—NaCl), তাহা হইলে পার্চমেণ্টের বাহিরের জলে দুইটি তড়িৎ-দ্বার রাখিয়া, উহাদের একটিকে ব্যাটারীর সঙ্গে যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। ইহাতে ভিতরের আয়নগুলি পার্চমেণ্ট অতিক্রম করিয়া দ্রুত বিপরীত তড়িৎ-দ্বারের দিকে বাহির হইয়া আসে। ইহার নাম—তড়িৎ-অপোহন (electro-dialysis) এবং তুলনামূলকভাবে কম সময়ে অবস্থিত অপদ্রব্য হইতে কলয়েড মুক্ত হয়।

## দ্রাব্যতা (Solubility) :

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত-দ্রবণে দ্রাব-পদার্থের গাঢ়ত্বকে, সেই দ্রাবকে উহার দ্রাব্যতা বলে। **তরলে—কঠিনের দ্রবণের ক্ষেত্রে, কোন স্থির উষ্ণতায় সর্বাধিক যত গ্রাম পদার্থকে 100 গ্রাম দ্রাবক দ্রবীভূত করে, তাহাকে ( সেই সংখ্যাকে ) সেই উষ্ণতায় উক্ত দ্রাবকে পদার্থটির দ্রাব্যতা বলা হয়।** অর্থাৎ, $t^\circ$C তাপমাত্রায় $m$ গ্রাম দ্রাব যদি $y$ গ্রাম দ্রাবককে সম্পৃক্ত করে, তাহা হইলে ঐ দ্রাবের উক্ত দ্রাবকে $t^\circ$C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা $=\dfrac{100m}{y}$ ।

যেমন—90°C-এ জলে খাদ্য-লবণের দ্রাব্যতা = 40। অর্থাৎ, 100 গ্রাম জল 90°C উষ্ণতায় সর্বাধিক 40 গ্রাম খাদ্য-লবণ দ্রবীভূত করে এবং সম্পৃক্ত হয়। বিভিন্ন পদার্থের দ্রাব্যতা সাধারণতঃ বিভিন্ন।

## দ্রাব্যতা-লেখ-এর ব্যবহার (Applications of Solubility Curve) :

(১) দ্রাব্যতা-লেখ হইতে একটি পদার্থ কোন উষ্ণতায় কতটা দ্রবণীয়—তা জানা যায়।

(২) লেখচিত্র হইতে বিভিন্ন পদার্থের দ্রাব্যতা কোন নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তুলনা করা সম্ভব।

(৩) ধরা যাউক, দ্রাব্যতা-লেখ হইতে দেখা গেল, 50°C-এ নাইটারের দ্রাব্যতা = 86, আর 25°C-এ = 38। অতএব, 50°C-এ নাইটারের 100 গ্রাম জলের এক সম্পৃক্ত দ্রবণ লইয়া যদি উহাকে 25°C-এ শীতল করিয়া আনা হয়, তবে দ্রবণ হইতে $(86-38)=48$ গ্রাম অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পৃথক হইবে। কারণ, 25°C-এ 38 গ্রামের

বেশী নাইটার ঐ দ্রবণে থাকিতে পারে না। এইভাবে, সম্পৃক্ত কোন দ্রবণকে শীতল করিলে দ্রবণ হইতে কি পরিমাণ পদার্থ পৃথক হইবে, তাহা জানা যায়।

(৪) যদি কোন দ্রবণে একাধিক দ্রাব থাকে, তবে দ্রবণকে ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত করিবার সময় কোন্ পদার্থটি দ্রবণ হইতে প্রথম পৃথক হইবে—তা জানা যায়। যে-দ্রাবটির দ্রাব্যতা কম, সেইটি প্রথমে দ্রবণ হইতে পৃথক হইবে। ইহার সাহায্যেই আংশিক কেলাসন হয়।

9. ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র বিবৃত কর। $e=\frac{F}{N}$ সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা কর।

[ State Faraday's laws of electrolysis. Deduce $e=\frac{F}{N}$.]

উঃ। তড়িৎ-বিশ্লেষণের সূত্র-দুইটি হইল—

**প্রথম সূত্র :** ফ্যারাডে তাঁহার প্রথম সূত্রে বলেন—

**তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে কোন তড়িৎ-দ্বারে মুক্ত বা দ্রবীভূত পদার্থের ভর, তড়িৎ-বিশ্লেষ্যের ভিতর দিয়া যে-পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তাদের সমানুপাতিক।**

অর্থাৎ, $x$ কুলম্ব তড়িৎ প্রয়োগে যদি তড়িৎ-দ্বারে $y$ গ্রাম পদার্থ উৎপন্ন হয়, তবে $px$ কুলম্ব তড়িৎ প্রয়োগে $py$ গ্রাম পদার্থ পাওয়া যাইবে।

ধরা যাউক, কোন তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্য দিয়া Q কুলম্ব বিদ্যুৎ-পরিচালনার ফলে তড়িৎ-দ্বারে $w$ গ্রাম পদার্থ উৎপন্ন ( বা দ্রবীভূত ) হয়। তাহা হইলে,

$$w \propto Q$$

অথবা $$w = z.Q$$

$$\therefore\ w = z.I.t$$

[ I অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ $t$-সেকেণ্ড ধরিয়া পরিচালনা করিলে, চালিত তড়িতের পরিমাণ $Q=I\times t$ কুলম্ব। ]

$z$ একটি নিত্য সংখ্যা, ইহার নাম—তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক। ইহার মান বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন।

**দ্বিতীয় সূত্র :** ফ্যারাডে তাঁহার দ্বিতীয় সূত্রে বলেন—

**একই পরিমাণ তড়িৎ কর্তৃক তড়িৎ-দ্বারে মুক্ত বা দ্রবীভূত বিভিন্ন পদার্থের ভর, উহাদের রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের সমানুপাতিক।**

ধরা যাউক, Q কুলম্ব তড়িৎ-চালনার ফলে তড়িৎ-দ্বারে মুক্ত দুইটি ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের ভর $w_1$ এবং $w_2$ গ্রাম। যদি উৎপন্ন ঐ পদার্থদ্বয়ের রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক যথাক্রমে $E_1$ এবং $E_2$ হয়, তাহা হইলে দ্বিতীয় সূত্রানুসারে,

$$\frac{w_1}{w_2}=\frac{E_1}{E_2} \text{ অর্থাৎ } w \propto E$$

$e = \frac{F}{N}$—এই সম্পর্কটির প্রতিষ্ঠা :

ফ্যারাডের সূত্র হইতে আমরা জানি যে, তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা 1 গ্রাম-তুল্যাঙ্ক পরিমাণ কোন আয়নের ক্যাথোডে মোক্ষণ বা অ্যানোডে উৎপাদনের জন্য 1 ফ্যারাডে তড়িৎ আবশ্যক। সুতরাং, ইহা কল্পনা করা যুক্তিযুক্ত যে, 1 গ্রাম-তুল্যাঙ্ক পরিমাণ যে-কোন আয়ন কর্তৃক এই আধান পরিবাহিত হয়। এই আয়নের যোজ্যতা যদি $n$ হয়, তাহা হইলে, ইহার 1-মোল বা 1-গ্রাম আয়নে $n$-গ্রাম-তুল্যাঙ্ক থাকিবে এবং ফলে ইহা $n$F-কুলম্ব তড়িৎ পরিবহণ করিবে। এখন $F = 96{,}500$ কুলম্ব। কিন্তু 1-গ্রাম-আয়নে আয়নের সংখ্যা অ্যাভোগ্যাড্রো-সংখ্যার সমান। অ্যাভোগ্যাড্রো-সংখ্যা N-দ্বারা নির্দেশ করা হয়। সুতরাং, N-সংখ্যক আয়নের প্রতিটি আয়ন $\frac{nF}{N}$ বা, $\frac{n \times 96{,}500}{N}$ কুলম্ব আধান বহন করে। অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যার বর্তমান স্বীকৃত মান—$6 \times 10^{23}$। অতএব, $n$-যোজ্যতা-বিশিষ্ট একটি আয়নের আধান $= \frac{n \times 96{,}500}{6 \times 10^{23}} = n(1{\cdot}6 \times 10^{-19})$ কুলম্ব। ইহা ভাষায় প্রকাশ করিলে এইরূপ দাঁড়ায়—প্রতিটি আয়নের আধান মৌলিক পরিমাণ (elementary quantity) তড়িৎ '$e$' ($= 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ কুলম্ব)-এর $n$ গুণ ; এখানে $n$ হইল আয়নের যোজ্যতা। আবার, যেহেতু যোজ্যতা $n$ একটি পূর্ণ সংখ্যা, (একযোজীর ক্ষেত্রে 1, দ্বি-যোজীর ক্ষেত্রে 2, ত্রি-যোজীর ক্ষেত্রে 3 ইত্যাদি) একটি আয়নের তড়িৎ-আধান মৌলিক পরিমাণ তড়িৎ $\left(\frac{F}{N}\right)$-এর অখণ্ড গুণিতক। অর্থাৎ, $e = \frac{F}{N}$।

**Problems :** তড়িৎ-বিশ্লেষণ-সংক্রান্ত গাণিতিক উদাহরণের জন্য পি. সি. রক্ষিত এবং এস্. পি. ব্যানার্জী লিখিত উচ্চ-মাধ্যমিক রসায়ন—প্রথম খণ্ড দেখ।

**10(a). রাসায়নিক সাম্য হইল গতিশীল সাম্য—ব্যাখ্যা কর।**

**লা-শাটেলীয়ারের নীতি বিবৃত কর। নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির ক্ষেত্রে ইহা প্রয়োগ করিয়া দেখাও, কিভাবে তাপমাত্রা এবং চাপ—সাম্যকে প্রভাবিত করে :**

**(a)** $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 23$ **k-ক্যালরি**

**(b)** $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 45$ **k-ক্যালরি**

**(c)** $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO - 43{\cdot}2$ **k-ক্যালরি।**

**[ Chemical equilibrium is a dynamic equilibrium—elucidate. State Le Chatelier's principle and apply it to the following reactions indicating how temperature, pressure affect the equilibrium.**

(a) $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3+23$ kcals.
(b) $2SO_2+O_2 \rightleftharpoons 2SO_3+45$ kcals.
(c) $N_2+O_2 \rightleftharpoons 2NO-43{\cdot}2$ kcals. ]

উঃ। কখনও কখনও দেখা যায় যে, একটি বিক্রিয়া আরম্ভ হয়; আরম্ভ হইয়া কিছুক্ষণ ধরিয়া চলিতে থাকে এবং পরে কোন বিক্রিয়ক সম্পূর্ণরূপে নিঃশেষিত হইবার পূর্বেই বিক্রিয়াটি যেন বন্ধ হইয়া গিয়াছে বলিয়া মনে হয়। শেষোক্ত এই অবস্থাকে বলা হয়—বিক্রিয়ার 'সাম্যের অবস্থা'। চাপ এবং তাপমাত্রার কোনরূপ পরিবর্তন না ঘটিলে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে মিশ্রণের (সিস্টেমের) সংযুতির আর কোন পরিবর্তন হয় না। স্বভাবতঃই বিক্রিয়কগুলির গাঢ়তারও আর কোন পরিবর্তন হয় না। আপাত-দৃষ্টিতে মনে হয় যেন, বিক্রিয়াটি বন্ধ হইয়া গিয়াছে। ইথাইল অ্যালকোহল এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ইথাইল অ্যাসিটেট এবং জল উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ক-দুইটি যদি সম-আণবিক পরিমাণে লওয়া হয়, তবে অ্যালকোহল এবং অ্যাসিডের প্রারম্ভিক পরিমাণের দুই-তৃতীয়াংশ মাত্র ব্যয়িত হইলেই বিক্রিয়াটি দৃশ্যতঃ বন্ধ হইয়া যায়।

সাম্যাবস্থায় স্থিত পদার্থগুলির গাঢ়তা যে স্থির থাকে বা উহাদের যে আর কোন পরিবর্তন হয় না, তাহার অর্থ ইহা নয় যে, এই অবস্থায় কোন কিছুই আর ঘটিতেছে না। যদিও ইহা হইতে আপাতদৃষ্টিতে মনে হয়, যেন সকল বিক্রিয়া বন্ধ হইয়া গিয়াছে। ইহা মনে রাখা খুবই গুরুত্বপূর্ণ যে, ইহা সিস্টেমের স্থৈতিক অবস্থার পরিচায়ক নহে। রাসায়নিক সাম্য—**গতিশীল সাম্য**। বিপরীত অভিমুখী বিক্রিয়া সংশ্লিষ্ট পদার্থসমূহের গাঢ়তা এমনভাবে সমন্বয়িত (adjusted or balanced) হয় যে, উহাদের বিক্রিয়ার বেগ বা হার পরস্পর সমান হয়। পরিণামে প্রতিটি পদার্থ যে-হারে ব্যয়িত হয়, ঠিক সেই হারে উহা উৎপন্ন হইতে থাকে। সুতরাং, গাঢ়ত্বসমূহের আর কোন মোট পরিবর্তন ঘটে না, যদিও উভয় দিকেই সমান বেগে বিক্রিয়া চলিতে থাকে। লোহা এবং স্টীম লইয়া আমরা যদি যথেষ্ট উচ্চ তাপমাত্রায় শুরু করি [$3Fe+4H_2O$ (গ্যাস) $\rightleftharpoons Fe_3O_4+4H_2$ (গ্যাস)], তাহা হইলে লোহার পৃষ্ঠ-দেশ এবং স্টীমের গাঢ়ত্ব অনুযায়ী কোন এক বেগে উহারা বিক্রিয়া করে। সময়ের সঙ্গে ইহারা ব্যয়িত হইতে থাকে বলিয়া বিক্রিয়ার বেগ ক্রমশঃ কমে। অপরদিকে প্রথম অবস্থায় কোন আয়রন অক্সাইড এবং হাইড্রোজেন থাকে না। কিন্তু পূর্বর্বর্ণিত বিক্রিয়ার একই সঙ্গে যেহেতু অধিক হইতে অধিকতর পরিমাণে হাইড্রোজেন এবং আয়রন অক্সাইড ক্রমশঃ উৎপন্ন হইতে থাকে, উহারা ক্রমবর্ধমান বেগে বিক্রিয়া শুরু করিয়া স্টীম এবং লোহা উৎপন্ন করে। এইভাবে পরস্পর বিপরীতমুখী বিক্রিয়ার একদিকের বেগ কমে এবং অপর দিকের বেগ বাড়ে—যে পর্যন্ত না উভয়ের বেগ সমান হয়।

**লা-শাটেলীয়ারের নীতি ( Principle of Le chatelier ) ঃ**

**সিস্টেমের সাম্যাবস্থার নিয়ামক (তাপমাত্রা, চাপ, গাঢ়ত্ব প্রভৃতি) কারকগুলির কোন একটি যদি পরিবর্তন করা হয়, তবে সিস্টেমটি নিজেকে প্রয়োজনমতো নিয়ন্ত্রণ করিয়া এই পরিবর্তন-জনিত ফলাফলকে প্রতিরোধ করে বা প্রশমিত করিতে চেষ্টা করে।**

(ক) **তাপমাত্রা পরিবর্তনের ফল ঃ** মনে করা যাউক, একটি সিস্টেম সাম্যাবস্থায় থাকাকালে তাপপ্রয়োগ করিয়া উহার উষ্ণতা বৃদ্ধি করা হইল। এই নীতি অনুসারে সিস্টেম তাপমাত্রার বৃদ্ধি প্রতিরোধ করিবে। অতএব, উষ্ণতা-বৃদ্ধির জন্য যে-তাপ প্রয়োগ করা হইয়াছে, তাহা সিস্টেম সরাইয়া লইতে সচেষ্ট হইবে। সুতরাং, বিক্রিয়া যেদিকে গেলে তাপ-শোষণ হইবে, সিস্টেমে সেইদিকে বিক্রিয়া হইতে থাকিবে, ফলে, তাপমাত্রা বাড়িতে পারিবে না।

যেমন—$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO - 43{\cdot}2$ k-ক্যালরি ... (i)

এই বিক্রিয়াটিতে তাপ-শোষণ করিয়া NO উৎপন্ন হয়। অতএব, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করিতে গেলে আরও অধিক NO তৈয়ারী হইবে।

আবার, $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 23$ k-ক্যালরি ... (ii)

এই বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়ার উৎপাদনে তাপ-উদ্গীরণ হয়। অর্থাৎ, অ্যামোনিয়ার বিভাজনে তাপ-শোষণ হয়। অতএব, এই সিস্টেমে তাপপ্রয়োগ করিলে তাপ-শোষণ করার জন্য অ্যামোনিয়া বিভাজিত হইতে থাকিবে। তাপমাত্রা বাড়াইলে অ্যামোনিয়ার পরিমাণ কমিবে।

সেইরূপে, $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 + 45$ k-ক্যালরি ... (iii)

এই বিক্রিয়ায় সালফার ট্রাই-অক্সাইড উৎপাদনে তাপ-উদ্গীরণ হয়। অতএব, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করিলে তাপ-শোষণ করার জন্য কিছু সালফার ট্রাই-অক্সাইড ভাঙ্গিয়া সালফার ডাই-অক্সাইড এবং অক্সিজেনে পরিণত হইবে।

∴ (i) নং বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা-বৃদ্ধিতে সাম্য ডানদিকে এবং তাপমাত্রা-হ্রাসে সাম্য বাঁদিকে সরিয়া যাইবে। (ii) এবং (iii) বিক্রিয়াতে ইহার ঠিক বিপরীত ফলাফল দেখা যাইবে।

(খ) **চাপ পরিবর্তনের ফল ঃ** সাম্যাবস্থায় থাকাকালে কোন সিস্টেমের চাপ যদি বাড়ানো হয়, তাহা হইলে সিস্টেমটি সেই চাপের প্রভাব হইতে মুক্তি পাওয়ার জন্য অবশ্যই সংকুচিত হইতে চেষ্টা করিবে। ইহার ফলে, বিক্রিয়ার জন্য যেদিকে অণু-সংখ্যা কমে (অতএব, আয়তন কম), সেইদিকে বিক্রিয়া সংঘটিত হইবে। আয়তন অণু-সংখ্যার উপর নির্ভর করে ( অ্যাভোগ্যাড্রো )। যেমন—$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

এই বিক্রিয়াতে যতই অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইবে, ততই অণুর সংখ্যা কমিবে। অতএব, চাপ বাড়াইলে অধিকতর পরিমাণে অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে।

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

এই বিক্রিয়ার উভয় দিকে অণুর সংখ্যা সমান। স্বভাবতঃই এই নীতিটি অনুসারে সাম্যের উপর চাপের কোন প্রভাব নাই। অর্থাৎ, চাপ কমিলে বা বাড়িলে সাম্যের কোন সরণ হয় না।

সমীকরণ : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

হইতে দেখা যায় যে, বাঁদিকে তিনটি এবং ডানদিকে দুইটি অণু আছে। অতএব, লা-শাটেলীয়ারের নীতি অনুসারে একই পরিমাণ $SO_2$ হইতে বেশি চাপে বেশি $SO_3$ পাওয়া যাইবে। অর্থাৎ, চাপ বাড়াইলে সম্মুখ বিক্রিয়ার অভিমুখে সাম্যের সরণ হয়।

**10(b) সাম্যাবস্থায় কোন সিস্টেমের উপর অনুঘটকের প্রভাব কী? (i) আয়তন স্থির রাখিয়া এবং (ii) চাপ স্থির রাখিয়া নিম্নোক্ত সিস্টেমে কোন নিষ্ক্রিয় গ্যাস যোগ করিলে সাম্যের উপর কিরূপ প্রতিক্রিয়া হইবে : $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ ?**

[ What is the effect of a catalyst on a system at equilibrium ? What is the effect of addition of an inert gas into the system under (i) constant volume and (ii) under constant pressure :

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2 \text{ ? ]}$$

উঃ। সাম্যাবস্থায় অনুঘটকের কোন প্রভাব নাই।

**নিষ্ক্রিয় পদার্থ যোগের ফল :** রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় একটি সিস্টেমে যদি এমন কোন পদার্থ যোগ করা হয়, যেটি উপাদানগুলির সঙ্গে কোন বিক্রিয়া করে না, তাহা হইলে সাম্যের উপর প্রতিক্রিয়া হইতেও পারে, আবার নাও হইতে পারে। উপরোক্ত $PCl_5$-এর বিভাজনে যদি আয়তন নির্দিষ্ট রাখিয়া বাহির হইতে খানিকটা নাইট্রোজেন প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়, তবে মোট চাপের বৃদ্ধি হইবে, কিন্তু বিভিন্ন উপাদানের অংশ-প্রেষ একই থাকিবে। ফলে, সাম্যের দিক হইতে কোন পরিবর্তন পরিলক্ষিত হইবে না। কিন্তু চাপ নির্দিষ্ট রাখিয়া যদি $N_2$-গ্যাস প্রবেশ করানো হয়, তবে এইক্ষেত্রে উপাদানগুলির আংশিক চাপ পরিবর্তিত হইবে। কারণ, এক্ষেত্রে আয়তন বাড়ে। ফলে, সাম্যাবস্থার উপর প্রভাব পড়িবে, যদিও K -এর মূল্য অপরিবর্তিতই থাকিবে।

# অজৈব রসায়ন

## ( INORGANIC CHEMISTRY )

11. বহুরূপতা বলিতে কি বোঝ? হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ফস্‌ফরাস এবং কার্বনের বিভিন্ন রূপভেদের নাম লেখ।

কিভাবে দেখাইবে যে, চারকোল, কোক এবং গ্রাফাইট—একই মৌলের রূপভেদ মাত্র। কিরূপে পরিবর্তন ঘটাইবে—

সাদা/হলুদ ফস্‌ফরাস → লাল ফস্‌ফরাস ( এবং বিপরীতক্রমে ).

$CO \rightarrow CO_2$ ( এবং বিপরীতক্রমে )

[ What is allotropy ? Name the different allotropes of hydrogen, oxygen, phosphorus and carbon.

How would you indicate that charcoal, coke and graphite are the allotropic modification of the same element ?

How would you convert :

White/yellow phosphorus → red phosphorus and vice-versa.

$CO \rightarrow CO_2$ and vice-versa ?

উঃ। রূপভেদ :

একই মৌলের বিভিন্ন রূপে অবস্থান করার গুণটিকে **বহুরূপতা** বলে। আর, একই মৌলের এই ভিন্ন ভিন্ন রূপ বা অবস্থাকে বলা হয় রূপভেদ।

হাইড্রোজেনের রূপভেদ → অর্থো, প্যারা

অক্সিজেনের রূপভেদ → অক্সিজেন, ওজোন

ফস্‌ফরাসের রূপভেদ → সাদা ( বা হলুদ ) এবং লাল—এই দুইটি প্রধান রূপভেদ। ইহা ছাড়া, বেগুনী, রক্তিম ও কালো রূপভেদ—ইহাদের তেমন গুরুত্ব নাই।

কার্বনের রূপভেদ : ইহার বিভিন্ন রূপভেদের দুইটি স্ফটিকাকার, অপরগুলি অনিয়তাকার।

(ক) **স্ফটিকাকার :** (১) হীরক ( ডায়মণ্ড ) ; (২) গ্রাফাইট।

(খ) **অনিয়তাকার :** (১) অঙ্গার ; উদ্ভিজ্জ অঙ্গার (wood charcoal), প্রাণিজ অঙ্গার (animal charcoal) ইত্যাদি।

(২) ভুসা কয়লা (lamp black) বা ঝুল (soot)।

(৩) গ্যাস-কার্বন।

(৪) কোক (coke)।

চারকোল, কোক এবং গ্রাফাইট সম ওজনে পৃথকভাবে লইয়া অতিরিক্ত অক্সিজেন প্রবাহে খুব উত্তপ্ত করিলে সবক্ষেত্রেই কেবল $CO_2$-ই উৎপন্ন হয় এবং উহার পরিমাণও সমান দেখা যায়। বিভিন্ন পদার্থগুলি যে একই মৌল কার্বনের ভিন্ন ভিন্ন রূপভেদ, ইহাই তাহার প্রমাণ।

**শ্বেত ফস্ফরাস হইতে লোহিত ফস্ফরাস :**

লোহার একটি আবদ্ধ পাত্রে নাইট্রোজেন বা কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া শ্বেত ফস্ফরাস 240 – 250°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে উহা লোহিত ফস্ফরাসে পরিণত হয়। প্রভাবক হিসাবে একটু আয়োডিন মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়।

$$(\text{শ্বেত})\ P \xrightarrow{250^\circ} P\ (\text{লোহিত})$$

এই বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্গারী এবং বিস্ফোরণ ঘটিবার সম্ভাবনা থাকে বলিয়া এই প্রক্রিয়ার সময় চাপ 1 অ্যাটমস্ফিয়ার এবং উষ্ণতা কখনও 250°C-এর অধিক রাখা হয় না। উৎপন্ন কঠিন লোহিত ফস্ফরাসের সহিত কিছু শ্বেত ফস্ফরাস মিশ্রিত থাকে। সেইজন্য উহাকে চূর্ণ করিয়া কস্টিক সোডার গাঢ় দ্রবণের সহিত ফুটাইয়া লওয়া হয়। ইহাতে লোহিত ফস্ফরাসের কিছু হয় না, কিন্তু শ্বেত ফস্ফরাস— ফস্ফিন ও সোডিয়াম হাইপোফস্ফাইটে পরিণত হইয়া যায়। ফস্ফিন ইত্যাদি গ্যাসীয় অবস্থায় নির্গত হয়। সোডিয়ামের লবণ দ্রবণে থাকিয়া যায়। ছাঁকিয়া লোহিত ফস্ফরাস সংগ্রহ করা হয়।

**লোহিত ফস্ফরাস হইতে শ্বেত ফস্ফরাস :**

লোহিত ফস্ফরাসকে একটি আবদ্ধ পাত্রে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ($N_2$, $CO_2$……) উপস্থিতিতে 550°C-এরও বেশী উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। নির্গত বাষ্পকে গ্রাহকে দ্রুত শীতল করা হয়। লোহিত ফস্ফরাস বাষ্পীভূত হইয়া গিয়া শীতল গ্রাহকে শ্বেত ফস্ফরাস রূপে জমে।

$$P\ (\text{লোহিত}) \xrightarrow[\text{550° ডিগ্রির বেশী তাপমাত্রা, দ্রুত শীতলীকরণ}]{\text{নিষ্ক্রিয় পরিবেশে}} P\ (\text{শ্বেত})$$

কার্বন মনোক্সাইড এবং ডাই-অক্সাইডের পারস্পরিক রূপান্তর : $CO \underset{\text{উত্তপ্ত অঙ্গার}}{\overset{\text{অক্সিজেনে প্রজ্বলন}}{\rightleftharpoons}} CO_2$

12. **বায়ুমণ্ডলীয় নাইট্রোজেন রসায়নাগারে তৈরী বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন অপেক্ষা ভারী কেন ?**

অক্সিজেনকে ওজোনে পরিণত করার জন্য শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণের প্রয়োজন হয় কেন? বায়ুমণ্ডলীয় ওজোনের উৎস কি? আয়ন-বিমুক্ত জল এবং মৃদু জলের মধ্যে পার্থক্য কি?

হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুত করার জন্য শীতল লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে সোদক বেরিয়াম পার-অক্সাইড যোগ করা হয় কেন? এইরূপ দুইটি প্রভাবকের নাম কর, যাহা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিযোজনে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক প্রভাবক হিসাবে কাজ করে।

হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জারণ এবং বিজারণ ধর্মের দুইটি করিয়া উদাহরণ দাও। '20 Vol. $H_2O_2$' দ্রবণ বলিতে কি বোঝ? 100 ml. প্রতি গ্রাম হিসেবে এই দ্রবণের শক্তি গণনা কর।

[ Why atmospheric nitrogen is heavier than pure sample of nitrogen obtained in the laboratory?

Why silent electric discharge is necessary for ozonisation of oxygen? What is the source of ozone in the atmosphere? What is the difference between deionised water and soft water?

Why hydrated barium peroxide is added to cold and dilute sulphuric acid in the preparation of hydrogen peroxide? Name two catalysts that act as positive catalyst and negative catalyst in the decomposition of hydrogen peroxide.

Give two examples each of oxidising and reducing property of hydrogen peroxide. What is meant by '20 Vol. $H_2O_2$' solution? Calculate its strength in terms of gms. of $H_2O_2$ per 100 ml. of hydrogen peroxide solution. ]

উঃ। বায়ুমণ্ডলীয় নাইট্রোজেনে বিভিন্ন নিষ্ক্রিয় গ্যাস, যথা—হিলিয়াম, নিয়ন, আরগন ইত্যাদি থাকায় উহা রসায়নাগারের বিশুদ্ধ নাইট্রোজেনের চেয়ে ভারী হয়।

তাপমাত্রা বেশি হইলে ওজোন অতি দ্রুত ভাঙ্গিয়া যায়। সাধারণ বিদ্যুৎক্ষরণ করা হইলে তড়িৎ-স্ফুলিঙ্গের তাপে ওজোন তৎক্ষণাৎ ভাঙ্গিয়া যাইবে। তাই, ঘরের তাপমাত্রায় শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণ করা একান্ত প্রয়োজন।

উচ্চাকাশে অতি বেগুনি রশ্মির প্রভাবে বায়ুমণ্ডলীয় অক্সিজেন ওজোনে পরিণত হয়। ইহাই বায়ুমণ্ডলীয় ওজোনের উৎস।

আয়ন-বিমুক্ত জলে কোন খনিজ ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়ন থাকে না। কিন্তু জলকে মৃদু জলে পরিণত করিলে উহার মোট খনিজের পরিমাণের কোন পরিবর্তন হয় না। ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি আয়ন দূর করিয়া উহার স্থানে তুল্য পরিমাণে সোডিয়াম আয়ন উপস্থিত হয়।

$H_2O_2$-এর বিযোজন প্রবণতা খুব বেশী। তাপমাত্রা বেশী হইলে উহা বিযোজিত হইয়া যাইবে। এই কারণে, শীতল অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়।

বিক্রিয়ার সময় এবং শেষে দ্রবণ যেন আম্লিক থাকে। কারণ $H^+$ আয়ন হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিযোজনে বাধক হিসাবে কাজ করে। অতিরিক্ত $BaO_2$ থাকিলে $H_2O_2$ খুব সহজেই ভাঙিয়া যাইবে। এই কারণে, সালফিউরিক অ্যাসিডে পার-অক্সাইড দেওয়া হয়। ইহার বিপরীতটি কখনও করা হয় না।

সোদক বেরিয়াম পার-অক্সাইডের লেই ব্যবহার করিতে হইবে। অনাদ্র' $BaO_2$ লইলে উহার উপরে $BaSO_4$-এর স্তর জমে এবং বিক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়। অধিকন্তু, অনাদ্র' $BaO_2$-এর সঙ্গে বিক্রিয়াতে বেশী তাপের উদ্ভব হয়।

প্লাটিনাম চূর্ণ, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড—হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিযোজনকে ত্বরান্বিত করে। পক্ষান্তরে, বিভিন্ন অ্যাসিড, যেমন—$H_2SO_4$, $H_3PO_4$ ইত্যাদি এই বিক্রিয়ায় বাধক হিসাবে কাজ করে।

<u>জারণ ও বিজারণ ক্রিয়া :</u>

কালো লেড সালফাইডকে (PbS) ইহা জারিত করিয়া সাদা লেড সালফেটে ($PbSO_4$) পরিণত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়।

$$PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$$

আম্লিক পটাসিয়াম আয়োডাইডকে জারিত করিয়া ইহা আয়োডিন নির্গত করে।

$$2KI + H_2O_2 + 2HCl = I_2 + 2KCl + 2H_2O$$

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের বেগুনী আম্লিক দ্রবণ $H_2O_2$ দ্বারা সঙ্গে সঙ্গে বিজারিত হইয়া বর্ণহীন হয়।

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2O_2$$
$$= K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5O_2 + 8H_2O$$

$H_2O_2$ ক্ষারীয় দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইডকে বিজারিত করিয়া পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড উৎপন্ন করে।

$$2K_3Fe(CN)_6 + 2KOH + H_2O_2 = 2K_4Fe(CN)_6 + O_2 + 2H_2O$$

'20 Vol. $H_2O_2$' দ্রবণ—ইহার অর্থ 1 ml. $H_2O_2$ দ্রবণ হইতে প্রমাণ অবস্থায় 20 ml. অক্সিজেন পাওয়া যাইবে।

$$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$$
68 গ্রাম     22400 সিসি

20 Volumes $H_2O_2$ দ্রবণে
1 ml. $H_2O_2 \equiv 20$ ml. $O_2$ (N.T.P.)
$\therefore$ 100 ml. $H_2O_2 \equiv 2000$ ml. $O_2$

কিন্তু 22400 ml. $O_2 \equiv 68$ গ্রাম $H_2O_2$

$\therefore$ 2000 ml. $O_2 \equiv 68 \times 2000/22400$ গ্রাম $H_2O_2$
$= 6{\cdot}07$ গ্রাম

$\therefore$ ঐ দ্রবণের প্রতি 100 ml.-এ 6·07 গ্রাম $H_2O_2$ আছে।

13. বোরনের দুইটি প্রাকৃতিক গুরুত্বপূর্ণ উৎসের নাম লেখ।

ঐ উৎসগুলি হইতে কিভাবে বোরাক্স পাওয়া যায়? বোরনের অক্সাইড হইতে কিভাবে বোরন বিচ্ছিন্ন করা হয়?

বোরিক অ্যানহাইড্রাইডের কার্বন-বিজারণ দ্বারা বোরন বিচ্ছিন্ন করা সম্ভব নয় কেন?

সোহাগা-গুটি বলিতে কি বোঝ? কপার লবণ এবং লোহার লবণ পৃথক পৃথক ভাবে লইয়া জারণ এবং বিজারণ পরিবেশে সোহাগা-গুটি পরীক্ষা করিলে কি ঘটে?

[ Name two important natural sources of boron.

How is borax isolated from them?

How is boron isolated from its oxide?

Why carbon reduction of boric anhydride is not possible for the isolation of boron?

What is borax bead? What happens when a copper salt and an iron salt are separately subjected to borax bead test under reducing and under oxiding conditions? ]

উঃ। উৎস ঃ

(i) বোরাক্স, $Na_2B_4O_7, 10H_2O$

(ii) কোলেম্যানাইট, $Ca_2B_6O_{11}, 5H_2O$

(১) বিচুর্ণ খনিজ বোরাক্স উষ্ণ জলে দ্রবীভূত করিয়া ছাঁকিয়া ঠাণ্ডা করিলেই বোরাক্স লবণ কেলাসিত অবস্থায় পাওয়া সম্ভব।

(২) কিন্তু প্রধানতঃ কোলেম্যানাইট খনিজ $Ca_2B_6O_{11}, 5H_2O$ হইতেই বোরাক্স তৈয়ারী করা হয়। এই খনিজ-চূর্ণ সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে ফুটাইলে বোরাক্স এবং সোডিয়াম মেটাবোরেট দ্রবণ পাওয়া যায় ঃ

$$Ca_2B_6O_{11}+2Na_2CO_3=2CaCO_3+Na_2B_4O_7+2NaBO_2$$

ক্যালসিয়াম কার্বনেট ছাঁকিয়া অপসারিত করা হয় এবং পরিস্রুতটি গাঢ় করিলে বোরাক্স কেলাসিত হয়। উহা পৃথক করিয়া শেষ-দ্রবে $CO_2$-গ্যাস পরিচালনা করিয়া আরও বোরাক্স উৎপন্ন করা হয়।

$$4NaBO_2+CO_2=Na_2B_4O_7+Na_2CO_3$$

বোরন প্রস্তুতি ঃ

সিলিকার মুচিতে বোরন অক্সাইডকে অতিরিক্ত ম্যাগনেসিয়াম চুর্ণ, সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের সঙ্গে উত্তপ্ত করিলে বোরন মৌল পাওয়া যায়।

$$B_2O_3+3Mg=3MgO+2B$$

$$B_2O_3+6K=3K_2O+2B$$

বিক্রিয়া-শেষে মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করিয়া HCl-অ্যাসিড-সহ ফুটাইলে অন্যান্য পদার্থ দ্রব হইয়া যায় এবং বাদামী **অনিয়তাকার বোরন** পাওয়া যায়। উহাকে ছাঁকিয়া ধুইয়া স্টীম-প্রকোষ্ঠে শুষ্ক করিয়া লওয়া হয়। এই বোরন সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয় ( 98·3% বিশুদ্ধ )। উচ্চ তাপে HF অ্যাসিডের সাহায্যে উহার সিলিকন ও সিলিকা দূর করিয়া উহাকে গালাইয়া কেলাসিত করিলে বিশুদ্ধ বোরন পাওয়া সম্ভব।

কার্বন বিজারণ দ্বারা বোরিক অ্যানহাইড্রাইড হইতে বোরন প্রস্তুত করা যায় না। কারণ, কার্বনের ( চারকোল ) সহিত উত্তপ্ত করিলে বোরন কার্বাইড $B_4C$ গঠিত হয়।

সোহাগা ( বোরাক্সের ) গুটি পরীক্ষা ঃ

একটি ছোট সরু প্লাটিনাম তারের কুণ্ডলীতে একটু বোরাক্স লইয়া বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিলে উহার কেলাসজল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং লবণটি ফুলিয়া ওঠে। তাপমাত্রা আরও বাড়াইলে উহা গলিয়া কাচের মতো একটি স্বচ্ছ গুটিতে পরিণত হয়। ইহাকে সোহাগা গুটি বলে। অতি সামান্য পরিমাণে ধাতু-দুইটির লবণ পৃথক পৃথক ভাবে লইয়া উহাতে রাখিয়া আবার গালাইলে বিভিন্ন রঙের বোরাক্স গুটি পাওয়া যায়।

আবার, বুনসেন দীপের জারণ ও বিজারণ-শিখায় উত্তপ্ত করিলে একই ধাতুর ক্ষেত্রে জারণ-শিখায় এক রঙ এবং বিজারণ শিখায় অন্য রঙ সৃষ্টি হয়।

নীচে ইহা দেওয়া হইল ঃ—

| যে-ধাতুর যৌগ | আয়রন | কপার |
|---|---|---|
| জারণ-শিখায় | হলুদ | নীলাভ সবুজ |
| বিজারণ-শিখায় | ফিঁকে সবুজ | লাল |

**14A.** রসায়নাগারে ফসফিন কিভাবে প্রস্তুত করা হয় ?

এইভাবে প্রাপ্ত ফসফিন বায়ুতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জারিত হয়, কিন্তু বিশুদ্ধ ফসফিন বায়ুর জারণ-ক্রিয়া প্রতিরোধ করে। —কেন ?

ফসফিনের চেয়ে অ্যামোনিয়া তীব্র ক্ষারক কেন ?

হীরক শক্ত কিন্তু গ্রাফাইট নরম কেন ?

প্রতি ক্ষেত্রে দুইটি করিয়া উদাহরণ দিয়া অ্যামোনিয়া এবং ফসফিনের বিজারণ ক্ষমতার নিদর্শন দাও।

[ How is phosphine prepared in the laboratory ?

Why phosphine thus prepared in the laboratory undergoes spontaneous oxidation with air, while pure phosphine is resistant to oxidation by air ?

Explain why ammonia is more basic than phosphine.

Explain why diamond is hard and graphite is soft.

Give two instances each of ammonia and phosphine to illustrate their reducing behaviour.

উঃ। ফস্‌ফিন প্রস্তুতি (Preparation of Phosphine):

শ্বেত ফস্‌ফরাস তীব্র ক্ষারের দ্রবণের সঙ্গে একত্র ফুটাইলে সোডিয়াম হাইপোফস্‌ফাইট লবণ এবং ফস্‌ফিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O = PH_3 + 3NaH_2PO_2$$

কাচের একটি কুপীতে কস্টিক সোডার গাঢ় দ্রবণ (30-40%) লইয়া উহাতে কয়েক টুকরা শ্বেত ফস্‌ফরাস দেওয়া হয়। কুপীর মুখে একটি কর্কের মাধ্যমে কাচের দুইটি নল লাগানো হয়—একটি প্রবেশ নল এবং অপরটি নির্গম নল। গ্যাস-প্রবেশ নলটির কুপীর ভিতরের প্রান্ত কস্টিক সোডার দ্রবণে ডুবাইয়া রাখা হয়। আর, নির্গম নলটির ভিতরের প্রান্ত কর্কের নিচেই শেষ হইয়া যায়। ইহার বহিঃপ্রান্তটি জলে নিমজ্জিত রাখা হয়। কোলগ্যাসের প্রবাহ পরিচালিত করিয়া কুপীর ভিতরের বাতাসকে বাহির করিয়া দেওয়া হয়। প্রবেশ-নলের মাধ্যমে কোলগ্যাস কুপীর ভিতরে প্রবেশ করে এবং নির্গম-নল দিয়া বায়ু এবং কোলগ্যাস ও বায়ুর মিশ্রণ নির্গত হয়। অতঃপর কুপীটিকে তারজালির উপর বসাইয়া উত্তপ্ত করা হয়, ফস্‌ফিন গ্যাস উৎপন্ন হইয়া নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। জল হইতে ফস্‌ফিন ছোট ছোট বুদবুদের মতো উঠিতে থাকে এবং বাতাসের সংস্পর্শে আসিবামাত্রই স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলিয়া ওঠে এবং ধোঁয়ার সৃষ্টি করে। এই ধোঁয়াটি $P_2O_5$-এর সূক্ষ্ম কণিকায় তৈয়ারী।

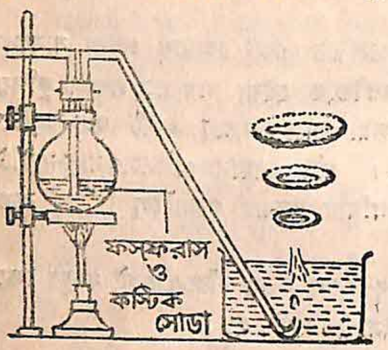



Fig. 5: ফস্‌ফিন প্রস্তুতি

বস্তুতঃ, বিশুদ্ধ ফস্‌ফিন আপনি জ্বলে না। ফস্‌ফিনের সঙ্গে সর্বদাই কিছুটা $P_2H_4$ উৎপন্ন হয়। ইহা অত্যন্ত দাহ্য, বাতাসের সংস্পর্শেই জ্বলিয়া ওঠে। উহার ফলে ফস্‌ফিনও জ্বলে। ফস্‌ফিনের সঙ্গে সামান্য হাইড্রোজেন গ্যাসও উৎপন্ন হয়।

$$3P_4 + 8NaOH + 8H_2O = 2P_2H_4 + 8NaH_2PO_2$$

$$P_4 + 4NaOH + 4H_2O = 2H_2 + 4NaH_2PO_2$$

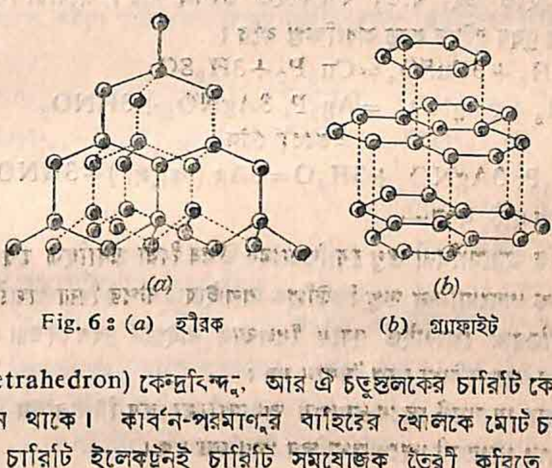
উৎপন্ন গ্যাসকে হিম-মিশ্রে ঠাণ্ডা করা একটি U-নলের ভিতর দিয়া বা সদ্য দগ্ধ অঙ্গারের উপর দিয়া পরিচালনা করা হয়। প্রথম ক্ষেত্রে, $P_2H_4$ তরল হইয়া U-নলে জমে। আর, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অঙ্গার কর্তৃক ডাইহাইড্রাইড শোষিত হয়। অপরিবর্তিত ফস্‌ফিন গ্যাস জলের উপরে সংগ্রহ করা হয়। ইহার সঙ্গে সামান্য $H_2$ মিশ্রিত থাকে।

কিউপ্রাস ক্লোরাইডের হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে অবিশুদ্ধ গ্যাস হইতে ফস্‌ফিনকে শোষণ করিয়া বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে। উৎপন্ন দ্রবণকে ($CuCl, PH_3$) উত্তপ্ত করিয়া নির্গত গ্যাসকে KOH এবং $P_2O_5$-এর উপর দিয়া প্রবাহিত করাইলে বিশুদ্ধ এবং শুষ্ক গ্যাস পাওয়া যায়।

নাইট্রোজেন এবং ফস্‌ফরাস—উভয় পরমাণুতেই এক জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন আছে। কিন্তু নাইট্রোজেন আকারে ছোট। ফলে, নাইট্রোজেনে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি এবং স্বভাবতঃই ইহা অপেক্ষাকৃত সহজে প্রোটনের সহিত যুক্ত হয়। সুতরাং, ফস্‌ফিনের চেয়ে অ্যামোনিয়া ক্ষারক হিসাবে তীব্র।

হীরক—কঠিন ; কিন্তু, গ্র্যাফাইট—নরম। এই দুই রকম কেলাসাকার কার্বনের মধ্যে পার্থক্যের কারণ—উহাদের গঠন-বিন্যাসের বিভিন্নতা।

ডায়মণ্ডের, অর্থাৎ, হীরকের স্ফটিক ঘনকাকার। উহার কেলাসের প্রত্যেকটি পরমাণু উহার পারিপার্শ্বিক চারটি পরমাণুর সঙ্গে একই রকম সমযোজী বন্ধনে যুক্ত [ চিত্র (*a*) ]। বন্ধনগুলির বিন্যাস চতুস্তলকীয় (tetrahedral) ; এই চারটি সমযোজক পরস্পরের মধ্যে 109°28′ কোণ সৃষ্টি করে। —প্রতিটি কার্বন একটি সুষম



(*a*) (*b*)

Fig. 6 : (*a*) হীরক (*b*) গ্র্যাফাইট

চতুস্তলকের (tetrahedron) কেন্দ্রবিন্দু, আর ঐ চতুস্তলকের চারিটি কৌণিক বিন্দুতে চারিটি কার্বন থাকে। কার্বন-পরমাণুর বাহিরের খোলকে মোট চারিটি ইলেকট্রন আছে। এই চারিটি ইলেকট্রনই চারিটি সমযোজক তৈরী করিতে প্রয়োজন হয়। বন্ধনগুলি খুব দৃঢ় হয়, তাই হীরকের কাঠিন্য খুব বেশী।

গ্র্যাফাইটের কেলাসে কার্বন-পরমাণুগুলি বিভিন্ন সমান্তরাল সমতলীয় স্তরে বিন্যস্ত থাকে। প্রত্যেক সমতলের কার্বন-পরমাণুগুলি সুষম দ্বিমাত্রিক ষড়ভুজাকারে সজ্জিত থাকে [ চিত্র (*b*) ]। এইজন্য প্রতিটি কার্বন-পরমাণু উহার প্রতিবেশী তিনটি পরমাণুর সঙ্গে সমযোজক দ্বারা সংযুক্ত। এই তিনটি সমযোজক-সৃষ্টিতে উহার তিনটি ইলেকট্রন অংশগ্রহণ করে।

ষড়ভুজের মধ্যে —C—C— দূরত্ব মাত্র 1·42Å। কিন্তু দুইটি নিকটতম সমান্তরাল স্তরের মধ্যে দূরত্ব 3·35 Å, অর্থাৎ, দ্বিগুণেরও বেশী। আয়তন বড় হওয়ায় ঘনত্বও কম। কেলাসে দুইটি সমতলের কার্বন-পরমাণুর মধ্যে তথা দুইটি স্তরের মধ্যে আকর্ষণ অনেক কম—দূরত্ব অধিক হওয়ার জন্য। তার ফলে, একটু চাপ

দিলে স্তরগুলি সহজে সরিয়া যাইতে পারে ও পৃথক হইতে পারে। অতএব, গ্র্যাফাইট—নরম এবং পিচ্ছিল।

**বিজারণ ঃ**

অ্যামোনিয়া—একটি মৃদু বিজারক। উত্তপ্ত অনেক ধাতব অক্সাইডকে অ্যামোনিয়া বিজারিত করে। যেমন—তপ্ত লেড অক্সাইডের বা কপার অক্সাইডের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া প্রবাহিত করিলে ধাতব অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয় ঃ

$$3CuO + 2NH_3 = 3Cu + N_2 + 3H_2O$$
$$3PbO + NH_3 = 3Pb + N_2 + 3H_2O$$

ফস্ফিন একটি মৃদু বিজারকের মতো কাজ করে। বহু ধাতব লবণের দ্রবণ হইতে উহা ধাতু বা ধাতব ফস্ফাইড বা উভয়ের মিশ্রণ অধঃক্ষিপ্ত করে। কপার বা মারকারি লবণের দ্রবণ হইতে উহা ধাতব ফস্ফাইড উৎপন্ন করে ; আবার, সিলভার, গোল্ড প্রভৃতি লবণের দ্রবণ হইতে ধাতু অধঃক্ষিপ্ত করে।

$$2PH_3 + 3CuSO_4 = Cu_3P_2 + 3H_2SO_4$$
$$PH_3 + 6AgNO_3 = \underset{\text{অন্তবর্তী যৌগ}}{Ag_3P, 3AgNO_3} + 3HNO_3$$
$$Ag_3P, 3AgNO_3 + 3H_2O = 6Ag\ (\text{কালো}) + 3HNO_3 + H_3PO_3$$

**14B. কি ঘটে, যখন—**

(a) শুষ্ক অ্যামোনিয়া তপ্ত সোডিয়ামের উপর দিয়া প্রবাহিত হয়।

(b) শুষ্ক অ্যামোনিয়া তপ্ত কিউপ্রিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত হয়।

(c) সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ দেওয়া হয় এবং উৎপন্ন মিশ্রণের সহিত অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশান হয়।

(d) কপার সালফেট দ্রবণে ক্রমাগত অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশান হয়।

(e) কপার সালফেট দ্রবণে ফস্ফিন প্রবাহিত হয়।

(f) সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে ফস্ফিন যোগ করা হয়।

[ What happens when :

(a) Dry ammonia is passed over heated metallic sodium.

(b) Dry ammonia is passed over heated cupric oxide.

(c) Silver nitrate solution is added to sodium chloride solution and the ammonia solution is added to the mixture.

(d) Ammonia solution is gradually added to copper sulphate solution.

(e) Phosphine is led into copper sulphate solution.

(f) Phosphine is added to silver nitrate solution.

উঃ। (a) ধাতুর অ্যামাইড গঠিত হয় এবং হাইড্রোজেন নির্গত হয় ;

$$2NH_3 + 2Na = 2NaNH_2 + H_2 \text{।}$$

(b) উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া পরিচালনা করিলে অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া নাইট্রোজেনে পরিণত হয়।

$$2NH_3 + 3CuO = 3Cu + 3H_2O + N_2$$

(c) সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ দিলে সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে। এই মিশ্রণের সহিত অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশাইলে অধঃক্ষেপ জটিল যৌগ গঠন করিয়া দ্রবীভূত হইয়া যায়।

$$NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl\downarrow$$
$$AgCl + 2NH_3 = \underset{\text{জটিল যৌগ}}{[Ag(NH_3)_2]Cl}$$

(d) অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ ($NH_4OH$) কপার সালফেট দ্রবণ হইতে প্রথমে ক্ষারকীয় কপার সালফেটের অধঃক্ষেপ দেয়। অতিরিক্ত $NH_4OH$ যোগ করিলে এই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া গাঢ় নীল রঙের জটিল লবণ কিউপ্রামোনিয়াম সালফেটের দ্রবণ সৃষ্টি করে।

(i) $2CuSO_4 + 2NH_4OH = Cu(OH)_2, CuSO_4 + (NH_4)_2SO_4$

(ii) $\underset{\text{ক্ষারকীয় কপার সালফেট}}{Cu(OH)_2, CuSO_4} + (NH_4)_2SO_4 + 6NH_4OH$

$$= \underset{\text{গাঢ় নীল দ্রবণ}}{2[Cu(NH_3)_4]SO_4} + 8H_2O$$

(e) কপার ফস্‌ফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$3CuSO_4 + 2PH_3 = Cu_3P_2 + 3H_2SO_4$$

(f) ধাতব সিলভারের অধঃক্ষেপ পড়ে। প্রথমে হলুদ রঙের $Ag_3P, 3AgNO_3$ —এই অন্তবর্তী যৌগ গঠিত হয়।

$$PH_3 + 6AgNO_3 = Ag_3P, 3AgNO_3 + 3HNO_3$$
$$Ag_3P, 3AgNO_3 + 3H_2O = 6Ag + 3HNO_3 + H_3PO_3$$

15. ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট হইতে কিরূপে হলুদ (সাদা) ফস্‌ফরাস প্রস্তুত করিবে? অর্থোফস্‌ফরাস অ্যাসিড এবং অর্থোফস্‌ফরিক অ্যাসিড কিরূপে প্রস্তুত করা হয়?

[ How would you prepare yellow phosphorus from calcium phosphate? How orthophosphorus and orthophosphoric acids are prepared? ]

উঃ। <u>ফস্‌ফরাস প্রস্তুতি :</u>

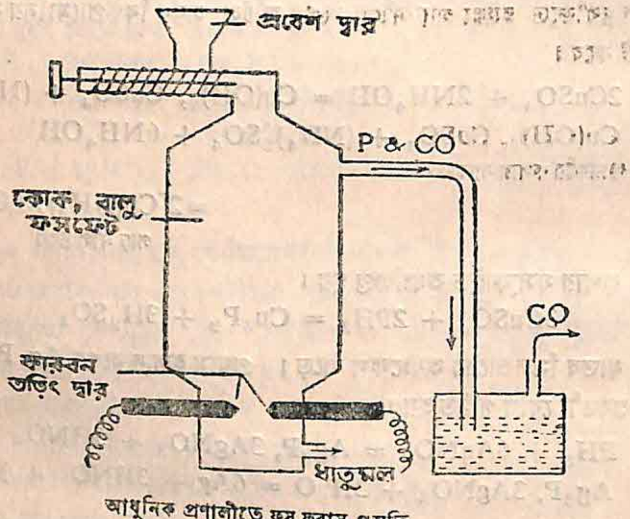
অধুনা বৈদ্যুতিক প্রণালীতে, অর্থাৎ, "রীডম্যান-পার্কার-রবিনসন" প্রণালীতে খনিজ হইতে ফস্‌ফরাস তৈয়ারী করা হয়। বিচূর্ণ ক্যালসিয়াম ফস্‌ফেট খনিজ,

কোকচূর্ণ এবং গ্র্যানাইট পাথরের ছোট ছোট টুকরা ( সিলিকা, $SiO_2$ )—এই তিনের মিশ্রণকে খুব উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিলে প্রথমে ( প্রায় 1200°C ) ফস্‌ফরাস পেণ্টক্সাইড ও ক্যালসিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন হয়। পরে (1500°C) পেণ্টক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া সাদা ফস্‌ফরাসে পরিণত হয়।

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 = 3CaSiO_3 + P_2O_5$$

$$2P_2O_5 + 10C = P_4 + 10CO$$

অগ্নিসহ ইটের তৈয়ারী একটি আবদ্ধ বৈদ্যুতিক চুল্লীতে এই বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। উচ্চ তাপমাত্রার জন্য উহার অভ্যন্তরে কার্বন ইলেকট্রোডের সাহায্যে তড়িৎ-আর্ক সৃষ্টি করা হয়। তাপ-সৃষ্টির জন্যই তড়িৎ-প্রয়োগ করা হয়, উহাতে কোন তড়িৎ-বিশ্লেষণ হয় না। তড়িৎ ব্যবহার করা হয় বলিয়া এই পদ্ধতিকে "বৈদ্যুতিক প্রণালী"-ও বলা হয়।




আধুনিক প্রণালীতে ফস্‌ফরাস প্রস্তুতি

Fig. 7 :

উপর হইতে চুল্লীতে একটি চোঙ এবং স্ক্রুর মাধ্যমে উপরোক্ত তিনটি পদার্থের মিশ্রণ বিচূর্ণ অবস্থায় দেওয়া হয়। তড়িৎ-আর্কের সন্নিকটে আসিলে প্রচণ্ড তাপমাত্রায় উহাদের মধ্যে উপরোক্ত বিক্রিয়া ঘটে। বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন ফস্‌ফরাস বাষ্পাবস্থায় CO-এর সঙ্গে উপরের দিকের একটি নির্গম-পথে বাহির হইয়া আসে। এই গ্যাস-মিশ্রণকে জলের মধ্যে পরিচালিত করা হয়। ফস্‌ফরাস কঠিনাকারে জলের নীচে সঞ্চিত হয় ; কার্বন মনোক্সাইড বাহির হইয়া যায়। চুল্লীর নীচ হইতে গলিত ক্যালসিয়াম-সিলিকেট মল একটি নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।

**বিশুদ্ধিকরণ :** এইভাবে প্রাপ্ত ফস্‌ফরাস সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয়। সেইজন্য উহাকে প্রথমে জলের নীচে গলাইয়া বালু হইতে পৃথক করা হয়। পরে ($K_2Cr_2O_7$ + $H_2SO_4$)-এর সঙ্গে মিশাইয়া অন্যান্য অপদ্রব্য জারিত করিয়া দূর করা হয়। অতঃপর গলিত ফস্‌ফরাসকে চাপ দিয়া শ্যাময় (chamois) চামড়ার সাহায্যে ছাঁকিয়া ছোট ছোট যষ্টির আকারে ঢালাই করা হয় এবং ঠাণ্ডা জলের নীচে রাখা হয়।

**ফস্‌ফরাস অ্যাসিড, $H_3PO_3$ প্রস্তুতি :**

শীতল জলে ফস্‌ফরাস ট্রাই-ক্লোরাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণ করিয়া ফস্‌ফরাস অ্যাসিড সাধারণতঃ তৈয়ারী করা হয় এবং ইহাই ইহার প্রস্তুতির পক্ষে সবচেয়ে সুবিধাজনক।

$$PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$$

দ্রবণটিকে প্রায় 180°C পর্যন্ত তাপিত করা হয়। ইহাতে HCl সম্পূর্ণ উবিয়া যায়। দ্রবণটি গাঢ় করিয়া ঠাণ্ডা করিলে ফস্‌ফরাস অ্যাসিডের স্ফটিক বাহির হইয়া আসে।

ঠাণ্ডা জলে $P_2O_3$-কে দ্রবীভূত করিলেও ফস্‌ফরাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

$$P_2O_3 + 3H_2O = 2H_3PO_3\ ।$$

**অর্থোফস্‌ফরিক অ্যাসিড, $H_3PO_4$ প্রস্তুতি :**

সাধারণ ফস্‌ফরিক অ্যাসিড বলিতে অর্থোফস্‌ফরিক অ্যাসিডকেই বুঝানো হইয়া থাকে।

(i) ফস্‌ফরাস পেণ্টোক্সাইড ফুটন্ত জলে সন্তর্পণে ধীরে ধীরে দ্রবীভূত করিয়া ফস্‌ফরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়, কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফস্‌ফরাস ফুটাইয়া ইহা তৈয়ারী করাই ল্যাবরেটরীর সাধারণ রীতি।

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$$

$$P_4 + 10HNO_3 + H_2O = 4H_3PO_4 + 5NO + 5NO_2$$

নাইট্রোজেনের অক্সাইড উড়িয়া গেলে, দ্রবণটি গাঢ় করিয়া সিরাপে পরিণত করা হয়। একটি শীতল শোষকাধারে এই সিরাপ রাখিয়া দিলে, ফস্‌ফরিক অ্যাসিডের উদ্‌গ্রাহী স্ফটিক কেলাসিত হয়।

(ii) বেশী পরিমাণে সস্তায় ফস্‌ফরিক অ্যাসিড তৈয়ারী করার একটি পদ্ধতি :—খনিজ ফস্‌ফরাইট অথবা অস্থিভস্মচূর্ণ নাতিগাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ সীসার আস্তরণ দেওয়া লোহার ট্যাঙ্কে ফুটাইয়া প্রস্তুত করা হয়।

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 = 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$$

**16A. সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন এবং সালফার ডাই-অক্সাইড কিভাবে রসায়নাগারে প্রস্তুত করিবে ?**

সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ ও বিজারণ প্রতিটি ধর্মের দুইটি করিয়া উদাহরণ দাও।

কপার সালফেট দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড প্রবাহিত করিয়া CuS অধঃক্ষিপ্ত করা যায়, কিন্তু অতি লঘু খনিজ অ্যাসিড মেশানো আম্লিক জিঙ্ক সালফেট দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড প্রবাহিত করাইয়া ZnS অধঃক্ষিপ্ত করা যায় না। কেন?

[ How would you prepare sulphuretted hydrogen and sulphur dioxide in the laboratory?

Illustrate two oxidising and two reducing properties of sulphur dioxide.

Why $H_2S$ can precipitate CuS when passed into copper sulphate solution but can not precipitate ZnS when passed into zinc sulphate solution acidified with very dilute mineral acid ? ]

উঃ। <u>প্রস্তুতি ঃ</u>

(i) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন—সাধারণতঃ ধাতব সালফাইডের উপর হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা এই গ্যাসটি প্রস্তুত করা হয়।

$$CaS + 2HCl = CaCl_2 + H_2S$$
$$PbS + 2HCl = PbCl_2 + H_2S$$
$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও নির্গম-নল যুক্ত উল্‌ফ বোতলে ফেরাস সালফাইডের কয়েকটি টুকরা ও কিছু জল লওয়া হয়। দীর্ঘনাল ফানেলের প্রান্তটি যেন জলের নীচে থাকে। অতঃপর ফানেলের ভিতর দিয়া লঘু $H_2SO_4$ (হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপেক্ষাকৃত শ্রেয়ঃ) ঢালিয়া দেওয়া হয়। অ্যাসিড ফেরাস সালফাইডের সংস্পর্শে আসিলেই হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে। উহাকে জলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া লইয়া বায়ুর ঊর্ধ্বাপসরণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়। গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী।

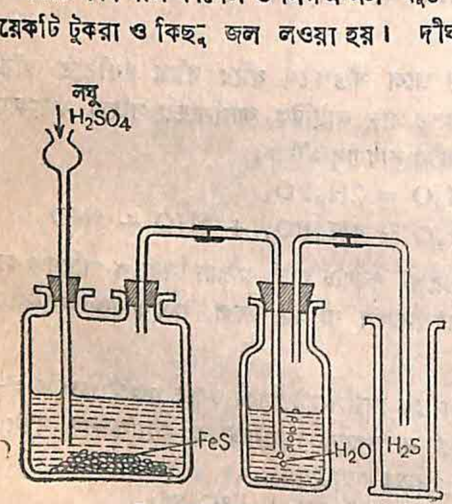



Fig. 8 ঃ $H_2S$-প্রস্তুতি

ফেরাস সালফাইড হইতে উৎপন্ন গ্যাস বিশুদ্ধ নহে। বিশেষতঃ ঐ সালফাইডে কিছু আয়রন মিশ্রিত থাকার জন্য এই গ্যাসের সঙ্গে হাইড্রোজেনও থাকে।

অনাদ্র' $H_2S$ গ্যাস প্রয়োজন হইলে উহাকে $P_2O_5$-এর উপর দিয়া পরিচালিত করিয়া শুষ্ক করা হয়।

(ii) সালফার ডাই-অক্সাইড—একটি গোল কূপীতে খানিকটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপারের ছিলা লওয়া হয়। কূপীর মুখটি কর্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া উহাতে একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও একটি নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। দীর্ঘনাল-ফানেলের সরু প্রান্তটি অ্যাসিডে ডোবানো থাকে। অতঃপর তারজালির উপর গোল কূপীটি তাপিত করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড তপ্ত অবস্থায় কপার দ্বারা বিজারিত হয় এবং সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গম নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। গ্যাসটি বাতাসের চেয়ে অনেক ভারী। উহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে ধৌত করিয়া বায়ুর ঊর্ধ্বভ্রংশ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

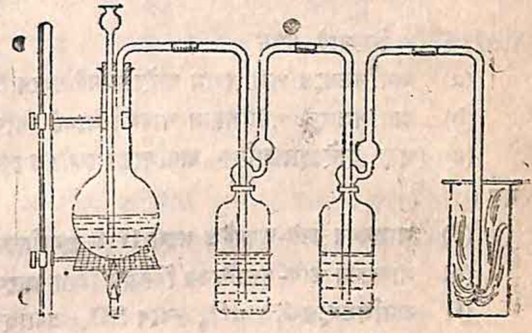


Fig. 9 : $SO_2$-গ্যাস প্রস্তুতি

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

জারণ ও বিজারণ ধর্ম :

সালফার ডাই-অক্সাইডের বিজারণ ক্ষমতাই বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ফেরিক ক্লোরাইড, পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট প্রভৃতিকে সাধারণ উষ্ণতাতেই উহা বিজারিত করে এবং সর্বদাই নিজে জারিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

হলুদ ফেরিক ক্লোরাইড এবং বেগুনি পারম্যাঙ্গানেট বর্ণহীন হয়।

$$2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$$
$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

কোন কোন ক্ষেত্রে আবার সালফার ডাই-অক্সাইড জারক হিসাবেও ক্রিয়া করে। যেমন : লোহা—ফেরাস অক্সাইডে এবং কার্বন—কার্বন ডাই-অক্সাইডে জারিত হয়।

$$3Fe + SO_2 = 2FeO + FeS$$
$$SO_2 + C = CO_2 + S$$ ( 1100°C উষ্ণতায় )

আয়নীয় গুণফল যখন দ্রাব্যতা-গুণফলকে ছাড়াইয়া যায়, তখনই অধঃক্ষেপণ হয়। ZnS-এর দ্রাব্যতা-গুণফল CuS-এর চেয়ে বেশি। অ্যাসিডের উপস্থিতিতে $H_2S$-এর বিয়োজন কমে ; ফলে, $S^{--}$ ( সালফাইড ) আয়নের গাঢ়তা দ্রবণে কম হয়। এই কম

গাঢ়তাই CuS-এর দ্রাব্যতা-গুণফল অতিক্রম করিবার পক্ষে যথেষ্ট। স্বভাবতঃই CuS অধঃক্ষিপ্ত হয়। কিন্তু ZnS-এর দ্রাব্যতা-গুণফল বেশি বলিয়া সালফাইড আয়নের কম গাঢ়তার দরুন আয়নীয় গুণফল অ্যাসিড মাধ্যমে দ্রাব্যতা-গুণফলকে ছাড়াইয়া যাইতে পারে না। ফলে, অ্যাসিড মাধ্যমে ZnS অধঃক্ষিপ্ত হয় না।

[ বিঃ দ্রঃ "দ্রাব্যতা-গুণফল" নতুন পাঠ্যসূচীর অন্তর্ভুক্ত নহে। ]

16B. কি ঘটে, যখন—

(a) অ্যাসিডযুক্ত পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট দ্রবণে $SO_2$ প্রবাহিত করা হয়।

(b) অ্যাসিডযুক্ত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে $SO_2$ প্রবাহিত করা হয়।

(c) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে $SO_2$ প্রবাহিত করা হয়।

(d) সালফার ডাই-অক্সাইড জলে $H_2S$ প্রবাহিত করা হয়।

(e) সালফার ডাই-অক্সাইডের বিরঞ্জন ক্রিয়া আলোচনা কর।

(f) অ্যাসিডযুক্ত $KMnO_4$ দ্রবণে $SO_2$ প্রবাহিত করা হয়।

(g) অ্যাসিডযুক্ত $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণে $SO_2$ প্রবাহিত করা হয়।

(h) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে $H_2S$ প্রবাহিত করা হয়।

(i) সালফার ডাই-অক্সাইড জলে ক্লোরিন জল মিশান হয়।

(j) কস্টিক সোডা দ্রবণে $SO_2$ বুদ্‌বুদ্‌ আকারে প্রবাহিত করা হয়।

[ What happens, when :

(a) $SO_2$ is passed into acidified potassium dichromate solution.

(b) $SO_2$ is passed into acidified potassium permanganate solution.

(c) $SO_2$ is passed into ferric chloride solution in concentrated HCl.

(d) $H_2S$ is passed into sulphur dioxide water.

(e) Discuss the bleaching action of sulphur dioxide.

(f) $SO_2$ is passed through acidified $KMnO_4$ solution.

(g) $SO_2$ is passed through acidified $K_2Cr_2O_7$ solution.

(h) $H_2S$ is passed through ferric chloride solution.

(i) Chlorine water is added to sulphur dioxide water.

(j) $SO_2$ is bubbled through caustic soda solution.

উঃ। (a) ডাইক্রোমেটের ( অ্যাসিডযুক্ত ) কমলা রঙের দ্রবণ বিজারিত হইয়া সবুজ হয়।

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

(b) বেগুনি রঙের পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বিজারিত হইয়া বর্ণহীন হয়।

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$$

(c) ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইয়া ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়; হলুদ রঙ দূর হয় এবং দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

$$2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O = 2FeCl_2 + 2HCl + H_2SO_4$$

(d) সালফার ডাই-অক্সাইড ও সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন আর্দ্র অবস্থায় পরস্পরের ভিতর ক্রিয়ার ফলে সালফার উৎপাদন করে। ইহাও একটি জারণ-বিজারণ ক্রিয়া। সালফার ডাই-অক্সাইড বিজারিত হয়।

$$2H_2S + SO_2 = 2H_2O + 3S$$

খুব শীতল অবস্থায় হাইড্রোজেন সালফাইড সালফিউরাস অ্যাসিড দ্রবণে ($0°C$) অনেকক্ষণ ধরিয়া ধীরে ধীরে প্রবাহিত করাইলে একটি ঘোলাটে দ্রবণ উৎপন্ন হয়। ইহা কলয়েডীয় সালফার, একাধিক থায়োনিক অ্যাসিড (প্রধানতঃ পেণ্টা এবং টেট্রা), থায়োসালফেট, সালফাইড ইত্যাদির এক মিশ্রণ।

$$H_2S + xSO_2 = S + H_2S_xO_6 \ ( x = 4-6, \text{ প্রধানতঃ } 4 \text{ এবং } 5 )$$

(e) জলের উপস্থিতিতে $SO_2$ মৃদু বিরঞ্জক হিসাবে কাজ করে। এইজন্য পশম, রেশমের ন্যায় কোমল দ্রব্যসামগ্রী, যাহা ক্লোরিনের ক্রিয়ায় বিনষ্ট হইতে পারে, উহাদিগকে বিরঞ্জিত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

**পরীক্ষা ঃ** সালফার ডাই-অক্সাইডপূর্ণ একটি গ্যাস-জারের ভিতর একটি শুষ্ক ফুল প্রবেশ করাইলে ফুলের বর্ণের কোন পরিবর্তন হয় না। এখন একটু জল ছিটাইয়া দিলে—ফুলটি বিরঞ্জিত হইয়া বর্ণহীন হয়।

সালফার ডাই অক্সাইড জলের সহিত বিক্রিয়ায় সদ্যোজাত বা জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। এই সদ্যোজাত বা জায়মান হাইড্রোজেন বিজারণ প্রক্রিয়ার সাহায্যে রঙিন পদার্থকে বিরঞ্জিত করে।

$$SO_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2H$$

$$\text{রঙিন পদার্থ} \xrightarrow{[H]} \text{বিজারণজাত বর্ণহীন পদার্থ}$$

সমগ্র প্রক্রিয়াটি ঃ

$$\text{রঙিন পদার্থ} + H_2O + H_2SO_3 = \text{বিজারণজাত বর্ণহীন পদার্থ} + H_2SO_4$$

$SO_2$ দ্বারা বিরঞ্জিত পদার্থ অনেক সময় বায়ুর সহিত ক্রিয়ায় উহার পূর্ববর্ণ ফিরিয়া পায়।

(f) & (g) এই প্রশ্নেরই উত্তরাংশ (a) এবং (b) দেখ।

(h) $H_2S$ ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করে এবং সালফার অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S\downarrow$$

(i) ক্লোরিন সালফার ডাই-অক্সাইডকে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত করে।

$Cl_2 + SO_2 + 2H_2O = 2HCl + H_2SO_4$

(j) $SO_2$ একটি আম্লিক অক্সাইড বলিয়া ইহা কস্টিক সোডায় শোষিত হয়, সালফাইট এবং বাইসালফাইট গঠিত হয়।

$NaOH + SO_2 = NaHSO_3$ ; $NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$

17. ফ্লুরিনের লবণসমূহ হইতে কিভাবে ফ্লুরিন প্রস্তুত করা হয়?

জলের মধ্যে ফ্লুরিন বুদ্‌বুদ আকারে প্রবাহিত করাইলে কি ঘটে?

HF-এর সহিত KF-এর বিক্রিয়ায় $KHF_2$ গঠিত হয় কিন্তু HCl-এর সহিত KCl এইভাবে $KHCl_2$ গঠন করে না—কেন?

জলীয় HCl, HBr এবং HI-এর তুলনায় HF মৃদু অ্যাসিড—কেন?

ক্রমবর্ধমান জারণ ক্ষমতা অনুযায়ী হ্যালোজেনসমূহকে সাজাও।

HBr বা HI-কে উহাদের লবণ হইতে সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ায় প্রস্তুত করা যায় না কেন?

HCl গ্যাস অ্যাসিড নহে, কিন্তু উহার জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড—কেন?

$Cl_2$-জলের বিরঞ্জন ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

[ How is fluorine isolated from its salts?
What happens when $F_2$ is bubbled through water?
$KHF_2$ is formed by an interaction of KF with HF but KCl does not form $KHCl_2$ with HCl. —Why?
Aqueous HF is a weak acid compared to aqueous HCl, aqueous HBr and aqueous HI. —Why?
Arrange the halogens in the increasing order of oxidising action.
Why HBr or HI can not be prepared by the action of sulphuric acid on their salts?
HCl gas is not an acid but its aqueous solution is an acid. —Why?
Explain the bleaching action of chlorine water. ]

উঃ। প্রস্তুতি ঃ

কপার-নির্মিত V-আকৃতির নল লওয়া হয়। নলের মুখ-দুইটিও কপারের ঢাকনি দ্বারা বন্ধ। ইহাদের ভিতর দিয়া দুইটি গ্রাফাইটের তড়িৎ-দ্বার অন্তরিত (insulated) করিয়া প্রবেশ করানো হয় এবং জোড়ার চারিদিক সিমেণ্ট দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়। V-নলটি অ্যাসবেস্টসে মোড়া হয়। V-নলে পটাসিয়াম-হাইড্রোজেন ফ্লুরাইড লওয়া হয় এবং নলটি উত্তপ্ত করিয়া গলিত অবস্থায় উহাকে রাখা হয়। গ্রাফাইট-দুইটি ব্যাটারীর সঙ্গে সংযুক্ত করিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলেই তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে অ্যানোডে ফ্লুরিন উৎপন্ন হয়। সাধারণতঃ 12·0 ভোল্ট চাপে 5 অ্যাম্পিয়ার

বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া হয়। কপারের সহিত ঐ ফ্লুরিনের বিক্রিয়ার ফলে প্রথমতঃ কপার-ফ্লুরাইডের একটি স্তর উহার উপরে পড়ে। ইহাতে কপার আর অধিক নষ্ট হইতে পারে না। উৎপন্ন ফ্লুরিন গ্যাস একটি পার্শ্ববর্তী নল দিয়া নির্গত হয়। তৎপর উহা কয়েকটি শুষ্ক সোডিয়াম ফ্লুরাইড-পূর্ণ কপারের U-নল অতিক্রম করে। এইভাবে হাইড্রোফ্লুরিক-অ্যাসিড-মুক্ত ফ্লুরিন পাওয়া যায়।

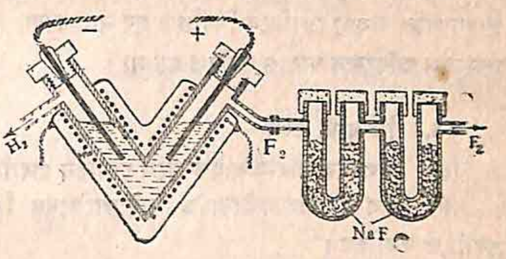



Fig. 10 : ফ্লুরিন-প্রস্তুতি।

জলকে ফ্লুরিন বিযোজিত করে এবং ওজোন সমন্বিত অক্সিজেন নির্গত হয়।

$$2H_2O+2F_2=4HF+O_2\ ;\ 3H_2O+3F_2=6HF+O_2$$

ফ্লুরিন সবচেয়ে বেশি তড়িৎ-ঋণাত্মক। ফলে, HF সহজেই KF-এর সহিত হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত হয় এবং অ্যাসিড লবণ $KHF_2$ গঠিত হয়। ক্লোরিনের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা ফ্লুরিনের চেয়ে অনেক কম এবং স্বভাবতঃই HCl এইরূপ আচরণ করিতে সক্ষম হয় না। $KF+HF \longrightarrow KF\text{-}HF\ (KHF_2)$.

$F \rightarrow Cl \rightarrow Br \rightarrow I$—এই ক্রম অনুযায়ী আকার বাড়ে। ফলে, H-এর সহিত বন্ধনও দুর্বল হইতে দুর্বলতর হয়। ফলে, HF হইতে প্রোটন-নির্গমন সবচেয়ে কষ্টসাধ্য এবং HI হইতে সবচেয়ে সহজে ইহা ঘটে।

জারণ-ক্ষমতা $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

HBr বা HI প্রস্তুত করা যায় না। কারণ, গাঢ় $H_2SO_4$ ইহাদের জারিত করিয়া যথাক্রমে ব্রোমিন এবং আয়োডিনে জারিত করে। যেমন—

$$KBr+H_2SO_4=KHSO_4+HBr$$

$$2HBr+H_2SO_4=2H_2O+SO_2+Br_2$$

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসীয় অবস্থায় একক অণু হিসাবে থাকে। কিন্তু, জলে দ্রবীভূত করিলে ইহা আয়নিত হইয়া হাইড্রোজেন আয়ন দেয়।

$$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$$

ফলে, HCl-এর জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড হিসাবে আচরণ করে।

**ক্লোরিনের বিরঞ্জন ক্রিয়া :**

সাধারণ জৈব রঙসমূহকে আর্দ্র ক্লোরিন বিরঞ্জিত করিয়া থাকে। রঙিন ফুল বা পাতা অথবা রঙিন বস্ত্রখণ্ড আর্দ্র ক্লোরিন-পূর্ণ গ্যাস-জারে রাখিয়া দিলে উহারা সাদা হইয়া যায়। সম্পূর্ণ নির্জল ক্লোরিনের এই ধর্মটি নাই। জল হইতে ক্লোরিন জায়মান অক্সিজেন উৎপাদন করে। এই জায়মান অক্সিজেন রঙসমূহকে জারিত করিয়া সাদা করে। সুতরাং, ক্লোরিন জারণ-ক্রিয়া দ্বারা বিরঞ্জন করে।

$$Cl_2+H_2O \rightarrow 2HCl+O$$

বস্তুতঃ, ক্লোরিনের জলীয় দ্রবণের জারণ এবং বিরঞ্জন ক্ষমতা আছে। তবে, ছাপাকালি অবশ্য ক্লোরিনে বিরঞ্জিত হয় না, কারণ ছাপাকালিতে কার্বন থাকে। উহা জায়মান অক্সিজেন দ্বারাও জারিত হয় না।

18. কি ঘটে, যখন—

(a) সালফার ডাই-অক্সাইড জলে ক্লোরিন প্রবাহিত করা হয়।

(b) জলীয় সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনের ভিতর বুদ্‌বুদ্‌ আকারে ক্লোরিন প্রবাহিত করা হয়।

(c) (i) শীতল লঘু ক্ষার এবং (ii) তপ্ত গাঢ় ক্ষারের ভিতর ক্লোরিন প্রবাহিত করা হয়।

(d) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ঢালা হয়।

(e) জলে প্রলম্বিত জিপসামের ভিতর অ্যামোনিয়া এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করা হয়।

(f) পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণের ভিতর ক্লোরিন ক্রমাগত প্রবাহিত করা হয়।

(g) 40°C-এর কম তাপমাত্রায় স্লেক্‌ড লাইমের ভিতর ক্লোরিন প্রবাহিত করা হয়।

(h) (i) তপ্ত লোহার গুঁড়া এবং (ii) লোহিত-তপ্ত কার্বনের উপর দিয়া অতি তপ্ত স্টীম প্রবাহিত করা হয়।

[ What happens when—

(a) Chlorine is passed through sulphur dioxide water.

(b) Chlorine is bubbled through aqueous sulphuretted hydrogen.

(c) Chlorine is passed through (i) cold dilute alkali, (ii) hot concentrated alkali.

(d) Concentrated hydrochloric acid is added dropwise to potassium permanganate solution.

(e) Ammonia and carbon dioxide is passed through a suspension of gypsum in water.

(f) Chlorine is passed progressively through potassium iodide solution.

(g) Dry chlorine is passed through slaked lime at a temperature lower than 40°C ?

(h) Superheated steam is passed over (i) heated iron powder, (ii) red hot carbon.

উঃ। (a) সালফার ডাই-অক্সাইডকে ক্লোরিন জারিত করে এবং নিজে HCl-এ বিজারিত হয়।

$$Cl_2 + 2H_2O + SO_2 = 2HCl + H_2SO_4$$

(b) হাইড্রোজেন সালফাইডের হাইড্রোজেনকে অপসারিত করিয়া ক্লোরিন হাইড্রোজেন সালফাইডকে জারিত করে—সালফার পৃথক্ হইয়া পড়ে এবং নিজে বিজারিত হয়; $H_2S + Cl_2 = S + 2HCl$।

(c) ক্ষারের লঘু দ্রবণের সহিত ক্লোরিন স্বাভাবিক উষ্ণতায় বিক্রিয়া করিয়া ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট লবণ উৎপন্ন করে। কস্টিক সোডার লঘু দ্রবণ স্বাভাবিক উষ্ণতায় ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপো-ক্লোরাইটে পরিণত হয়ঃ

$$Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaOCl + H_2O$$

ক্লোরিন যদি ক্ষারের গাঢ় তপ্ত দ্রবণে প্রবাহিত করা যায়, তাহা হইলে ক্লোরাইড ও ক্লোরেট লবণের উৎপত্তি হয়। হাইপোক্লোরাইট পাওয়া যায় না।

$$3Cl_2 + 6NaOH = 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$
$$3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$$

(d) হাইড্রাক্লোরিক অ্যাসিড ক্লোরিনে জারিত হয় এবং উহা নির্গত হইতে থাকেঃ

$$2KMnO_4 + 16HCl = 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$$

(e) ক্যালসিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে অ্যামোনিয়াম সালফেট থাকে।

$$CaSO_4 + H_2O + 2NH_3 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + (NH_4)_2SO_4$$

(f) ক্লোরিন প্রথমে পটাসিয়াম আয়োডাইড হইতে আয়োডিন নির্গত করে এবং ফলে, দ্রবণের রঙ বেগুনী হয়। পরে, অতিরিক্ত ক্লোরিন এই আয়োডিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া আন্তঃ হ্যালোজেন (inter halogen) যোগ গঠন করে এবং দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

$$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$$

(g) 40°C-এর কম তাপমাত্রায় শুষ্ক ফুটানো-চুনের (slaked lime) সহিত ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় বিরঞ্জক চূর্ণ (bleaching powder) উৎপন্ন হয়ঃ

$$Cl_2 + Ca(OH)_2 = Ca(OCl)Cl + H_2O$$

(h) (i) লোহা জারিত হইয়া ফেরোসোফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন নির্গত হয়ঃ

$$3Fe + 4H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4H_2$$

(ii) উদক গ্যাস, অর্থাৎ, কার্বন মনোক্সাইড এবং হাইড্রোজেনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

$$C + H_2O = CO + H_2$$

19. নিম্নলিখিত পদার্থগুলির শিল্পোৎপাদনের রূপরেখা বর্ণনা করঃ

(a) স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড;

(b) হেভার পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া;

(c) ওস্‌ওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক অ্যাসিড ;

(d) কোল গ্যাস।

প্রয়োজনীয় কাঁচামাল, উহাদের উৎস, প্রভাবক-বিষ এবং উহাদের অপসারণ উল্লেখ কর।

[ Give an outline of the manufacture of the following :

(a) Sulphuric acid by contact process.

(b) Ammonia by Haber's process.

(c) Nitric acid by Ostwald's process.

(d) Coal gas.

Mention the raw materials, their sources, the catalyst poisons and their removal. ]

উঃ। (a) স্পর্শ পদ্ধতি (Contact Process) :

এই পদ্ধতিতে মুখ্য বিক্রিয়া হইল সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ ; বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্গারী।

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3 \; ; \qquad \triangle H = -45000 \text{ ক্যালোরি}$$

সালফার ট্রাই-অক্সাইড পরে জলের সঙ্গে যুক্ত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। কঠিন প্রভাবকের সংস্পর্শে বিক্রিয়াটি ঘটে ; তাই, পদ্ধতিটির এই নামকরণ।

**বিক্রিয়াটি সংঘটনের নীতি ও ব্যবস্থা :** (১) বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ অতি মন্থর গতিতে হয়, সুতরাং অনুঘটক ব্যবহার করিতে হইবেই। এই পদ্ধতিতে সাধারণতঃ বিচূর্ণ প্লাটিনাম ( অ্যাসবেস্টসে বিধৃত ) অথবা অ্যালুমিনো সিলিকেটের উপর জমানো ভ্যানেডিয়াম পেণ্টোক্সাইড ($V_2O_5$) প্রভাবক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

(২) সমীকরণ হইতে দেখা যায়, বিক্রিয়ার ফলে অণুর সংখ্যা, তথা, আয়তন হ্রাস পায়। সুতরাং লা-শাটেলীয়ার নীতি অনুযায়ী চাপ-বৃদ্ধিতে বেশী $SO_3$ পাওয়া যাইবে। কিন্তু সাধারণ চাপেই প্রায় 98% সালফার ডাই-অক্সাইড জারিত হয়। সুতরাং, এই বিক্রিয়াতে অতিরিক্ত চাপ প্রয়োগ করার প্রয়োজন হয় না।

(৩) বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্গারী। সুতরাং, লা-শাটেলীয়ার নীতি অনুসারে নিম্নতর উষ্ণতায় অধিক $SO_3$ উৎপন্ন হইবে। কিন্তু তাহা হইলেও, অনুঘটক থাকা সত্ত্বেও উহা পাইতে দীর্ঘ সময় লাগে ; সেইজন্য পরিমাণে কিছু কম হইলেও বিক্রিয়াটিকে দ্রুত সম্পন্ন করার জন্য উষ্ণতা 450°C রাখা হয়। এই উষ্ণতায় অনুঘটকের প্রভাবন-ক্ষমতা যথেষ্ট এবং অত্যন্ত দ্রুত প্রায় সম্পূর্ণ $SO_2$ জারিত হইয়া যায়। এই তাপমাত্রাই শিল্পের দিক হইতে লাভজনক, ইহাকে বলা হয় এই বিক্রিয়ার "অনুকূলতম উষ্ণতা" (Optimum temp.)।

(৪) বাতাস হইতে অক্সিজেন বিনামূল্যে পাওয়া যায় ; কিন্তু $SO_2$-এর জন্য দাম দিতে হয়। সেইজন্য $SO_2$-এর পূর্ণ সদ্ব্যবহার বেশী গুরুত্বপূর্ণ। সেই কারণে এই বিক্রিয়ার জন্য $SO_2$-এর তুলনায় তিন-চার গুণ অক্সিজেন লইয়া এই বিক্রিয়াটি করা হয়। কারণ, ইহার সাম্য-ধ্রুবক,

$$K = \frac{C^2SO_3}{C^2SO_2 \times CO_2},$$ [ C-দ্বারা গাঢ়ত্ব নির্দেশ করা হইয়াছে ]

K-এর মান নির্দিষ্ট, সুতরাং $CO_2$-এর পরিমাণ বৃদ্ধি করিলে $CSO_3$-এর পরিমাণ বাড়িবে। অর্থাৎ, অধিক $SO_3$ পাওয়া যাইবে।

(৫) বিক্রিয়ক-গ্যাসগুলি বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে পাঠাইবার পূর্বে বিশুদ্ধ এবং শুষ্ক করা একান্ত প্রয়োজন। বিক্রিয়ক-গ্যাসে যদি আর্সেনিক-যৌগ, $H_2S$, ধূলিকণা প্রভৃতি থাকে, তবে প্রভাবক বিশেষতঃ Pt-অ্যাসবেস্টস বিষিত (poisoned) হইয়া যায়। সেইজন্য বিক্রিয়ার পূর্বে বিক্রিয়ক-গ্যাস খুব বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া প্রয়োজন। আবার, যদি বিক্রিয়ক-গ্যাসে জলীয় বাষ্প থাকে, তবে বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠেই কিছু $H_2SO_4$ তৈয়ারী হয় এবং উহা অনুঘটকের উপর জমিয়া তাহার প্রভাবন-ক্ষমতা নষ্ট করে। এই কারণে, বিক্রিয়ক-গ্যাস শুষ্ক হওয়া প্রয়োজন।

(৬) আজকাল বহুক্ষেত্রে ভ্যানেডিয়াম পেণ্টোক্সাইড ঘটিত প্রভাবক ব্যবহৃত হয়, যদিও উহার প্রভাবন-ক্ষমতা প্লাটিনামের চেয়ে কম। কারণ, ইহা সুলভ এবং অপদ্রব্য ( $As_2O_3$ ইত্যাদি ) দ্বারা সহজে বিষিত হয় না।

অতএব, এই বিক্রিয়াটি অতিরিক্ত অক্সিজেনে প্লাটিনাম বা $V_2O_5$ ঘটিত প্রভাবকের সাহায্যে এক অ্যাটমস্ফিয়ার চাপে এবং 400-450°C উষ্ণতায় করা হয়।

**প্রক্রিয়ার বিবরণ ঃ** অতিরিক্ত বায়ুপ্রবাহে সালফার পোড়াইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণকে একটি ধূলিরোধক স্তম্ভের ভিতর দিয়া পাঠাইয়া যথাসম্ভব উহার ধূলিকণা দূর করা হয়। ইহার পর গ্যাস-মিশ্রণকে একটি তাপ-বিনিময়কারী প্রকোষ্ঠের (A) ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া শীতল করা হয়।

এই $SO_2$ ও বায়ুর মিশ্রণকে অতঃপর পরপর কয়েকটি স্তম্ভের ভিতর দিয়া পাঠাইয়া প্রথমে জলের ধারাতে এবং পরে গাঢ় $H_2SO_4$-এর ধারাতে ধৌত করা হয়। ফলে, শুষ্ক শীতল বিশুদ্ধ গ্যাস-মিশ্রণ ( $SO_2$ + বায়ু ) পাওয়া যায়। এই মিশ্রণ এখন আর একটি তাপ-বিনিময়কারী প্রকোষ্ঠে (B) প্রবেশ করে। এইখানে ভিতরের নল দিয়া উৎপন্ন উত্তপ্ত $SO_3$ গ্যাস যায় ; আর, উহার বাহিরে এই বিক্রিয়ক গ্যাস-মিশ্রণ প্রবাহিত হয়।

অতঃপর গ্যাস-মিশ্রণ বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে। গ্যাসের তাপমাত্রা তখন প্রায় 300-400°C। গ্যাস-মিশ্রণে তখন কোন ধূলিকণা থাকিবে না। উহা স্বচ্ছ

হইতে হইবে। এই প্রকোষ্ঠে কতকগুলি লোহার তৈয়ারী নলের মধ্যে সূক্ষ্ম চূর্ণাবস্থায় অনুঘটক থাকে। এই নলগুলির চারিদিকে প্রথমে প্রবাহিত হইয়া ( অর্থাৎ, বিক্রিয়া-

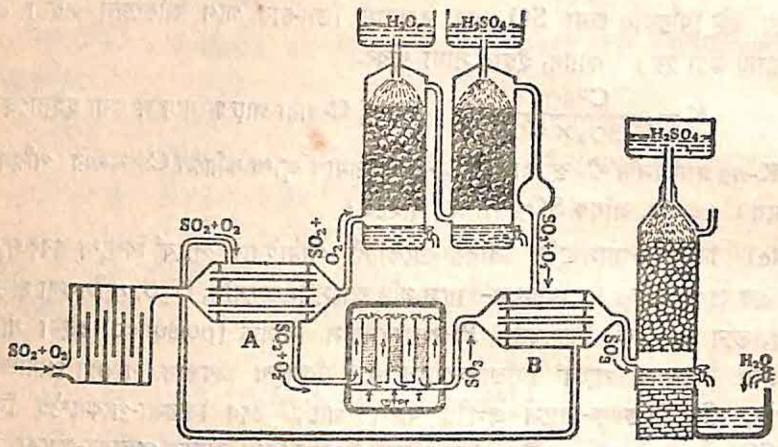



Fig. 11 : স্পর্শ-পদ্ধতিতে $H_2SO_4$ প্রস্তুতি।

উদ্ভূত তাপ শোষণ করিয়া ) পরে গ্যাস-মিশ্রণ নলের মধ্যে প্রবেশ করে। বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠের উষ্ণতা 450°C রাখা হয়। অনুঘটকের সংস্পর্শে সঙ্গে সঙ্গে $SO_2$ বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া বাহির হইয়া আসে এবং পূর্বের সেই B-তাপ-বিনিময়-প্রকোষ্ঠে ঢোকে। বিক্রিয়াটি আরম্ভ হইয়া গেলে বাহির হইতে আর তাপ-প্রয়োগের প্রয়োজন হয় না। বিক্রিয়া-উদ্ভূত তাপেই অনুঘটক তাপিত থাকে ( Fig. 12 )।

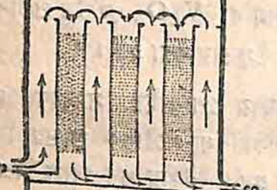



Fig. 12 : বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠ

ইহার পর, অন্যান্য গ্যাস-সহ ( প্রধানতঃ $N_2$ ) উৎপন্ন $SO_3$ গ্যাস স্ফটিক-খণ্ডপূর্ণ একটি স্তম্ভে প্রবেশ করে। এই স্তম্ভের উপর হইতে 98% গাঢ় $H_2SO_4$-এর ধারা নীচের দিকে পড়িতে থাকে। নিম্নগামী এই গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে ঊর্ধ্বগামী $SO_3$ দ্রবীভূত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হইতে থাকে। 98% $H_2SO_4$-এ যে জল আছে, তাহাই $SO_3$-কে দ্রবীভূত করে ;

$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

এই অ্যাসিড নীচে একটি ট্যাঙ্কে সঞ্চিত হয় এবং উহাতে এমনভাবে সর্বদা জল বা লঘু $H_2SO_4$ মিশান হইতে থাকে, যাহাতে অ্যাসিডের গাঢ়ত্ব সর্বদা 98% থাকে। সরাসরি জলে $SO_3$ দ্রবীভূত করা কষ্টসাধ্য, কারণ সেক্ষেত্রে বিন্দু বিন্দু অ্যাসিডের এক কুয়াশার মতো সৃষ্টি হয়।

(b) **হেভার পদ্ধতি (Haber's Process) :**

বিক্রিয়া : এই পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেনের সাক্ষাৎ-সংযোগে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয়।

$$N_2 + 3H_2 = 2NH_3, \ \triangle H = -22200 \text{ ক্যালোরি}$$

বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন এবং হাইড্রোজেন আয়তনের 1 : 3 অনুপাতে মিশাইয়া 200 অ্যাটমস্‌ফিয়ার চাপে এবং 550°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত লৌহচূর্ণ অনুঘটকের উপর দিয়া পরিচালনা করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়।

প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা ও শর্ত : অ্যামোনিয়ায় শিল্পোৎপাদন সার্থক করিতে হইলে কতকগুলি ব্যবস্থা গ্রহণ করা একান্ত প্রয়োজন। এই প্রয়োজনীয় ব্যবস্থাগুলি হইল : (১) উচ্চ চাপ, (২) উপযুক্ত উষ্ণতা এবং (৩) উপযোগী অনুঘটক প্রয়োগ করা। কেন এ-সমস্ত প্রয়োজন, তাহা এই রাসায়নিক বিক্রিয়ার ভৌত-রাসায়নিক অনুজ্ঞা হইতে সহজেই অনুমান করা যায়।

নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া উৎপাদনের উপরের সমীকরণটি লক্ষ্য করিলে দেখা যায়, বিক্রিয়ার ফলে (১) অণুর সংখ্যা তথা আয়তন কমে এবং (২) তাপ-উৎপন্ন হয়।

অতএব, লা-শাটেলীয়ার নীতি অনুসারে এই বিক্রিয়াতে,

(ক) চাপ বৃদ্ধি করিলে অধিকতর পরিমাণে অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে। সেইজন্যই উৎপাদনের সময় 200 অ্যাটমস্‌ফিয়ার বা ততোধিক চাপ প্রয়োগ করা হয়।

(খ) যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্গারী, সুতরাং এই সংশ্লেষণ যতটা সম্ভব কম তাপমাত্রায় করা বাঞ্ছনীয়। বিক্রিয়াটি সাধারণ উষ্ণতায় করিলে অনেক বেশী অ্যামোনিয়া পাওয়ার সম্ভাবনা। কিন্তু সাধারণ উষ্ণতায় বিক্রিয়ার গতি এত কম যে, সেই অ্যামোনিয়া পাইতে সুদীর্ঘ সময় ( শত শত বৎসর ) প্রয়োজন। সুতরাং, উহা শিল্প-উৎপাদনে অর্থহীন। এই জন্য পরিমাণ কম হইলেও উপযুক্ত উচ্চ তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি তাড়াতাড়ি সংঘটিত করা হয়। দেখা গিয়াছে, 200 অ্যাটমস্‌ফিয়ার চাপে 550°C—এই বিক্রিয়ার উপযুক্ত উষ্ণতা। ইহাকে বলে "অনুকূলতম" (optimum) উষ্ণতা। এই অবস্থায় 10—12% অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়।

(গ) উপযুক্ত চাপ ও উষ্ণতাই এই বিক্রিয়ার পক্ষে যথেষ্ট নয়। বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধির জন্য সর্বদাই লোহার গুঁড়া (Fe) অনুঘটক রূপে ব্যবহার করা হয়। বস্তুতঃ, অনুঘটক হিসাবে $Fe_2O_3$ লওয়া হয়। উহা হাইড্রোজেনে বিজারিত হইয়া লোহার গুঁড়ায় পরিণত হয়। প্রভাবন-ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য $Fe_2O_3$-এর সঙ্গে সামান্য $(K_2O + Al_2O_3)$ মিশ্রণ মিশাইয়া দেওয়া হয়। এই মিশ্রণকে উদ্দীপক (promoter) বলে।

(ঘ) বিক্রিয়ার জন্য নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন 1 : 3 অনুপাতে থাকা দরকার

এবং উহা বিশুদ্ধ হওয়া চাই, তাহা না হইলে উৎপন্ন অ্যামোনিয়া দূষিত হইবে এবং অনুঘটকও বিষিত (poisoned) হইবে।

(ঙ) বিক্রিয়াটি উভমুখী, সেইজন্য উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠ হইতে অ্যামোনিয়াকে সরাইয়া লইতে হইবে। অন্যথায় বিক্রিয়া বিপরীত দিকে পরিবর্তিত হইয়া অ্যামোনিয়ার বিযোজন ঘটিতে পারে এবং উৎপন্ন অ্যামোনিয়ার পরিমাণ হ্রাস পাইবে।

উপাদান সংগ্রহ : নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন—এই উপাদান-দুইটিকে বিভিন্ন উপায়ে সংগ্রহ করা হয়।

(ক) হাইড্রোজেন : হাইড্রোজেন উৎপাদনের তিনটি উপায় বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা হয়। কখনও জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন সংগৃহীত হয়। আবার, আজকাল ন্যাপথা সহজলভ্য হওয়াতে স্টীম-হাইড্রোকার্বন পদ্ধতিতেও হাইড্রোজেন সংগৃহীত হয়। বসু-পদ্ধতির হাইড্রোজেনও অনেক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

(খ) নাইট্রোজেন : তরল বায়ুর আংশিক পাতন হইতে নাইট্রোজেন সংগৃহীত হয়, আবার প্রায়ই "প্রডিউসার গ্যাসের" নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়া-সংশ্লেষণে প্রয়োগ করা হয়।

প্রডিউসার গ্যাসের নাইট্রোজেন এবং ওয়াটার গ্যাসের হাইড্রোজেন ব্যবহার করিয়া প্রায়ই অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয়। ইহাকে **বসু-হেভার পদ্ধতি** বলা হয়।

**বসু-হেভার পদ্ধতি :** লোহিত-তপ্ত কোকের উপর দিয়া বায়ু পরিচালনা করিলে "প্রডিউসার গ্যাস" ($CO+N_2$) পাওয়া যায়।

$$C + \underbrace{(N_2+O_2)}_{\text{বায়ু}} \rightarrow CO + N_2$$

আবার, উত্তপ্ত কোকের উপর দিয়া স্টীম পরিচালনা করিলে "ওয়াটার-গ্যাস" পাওয়া যায়,

$$C + H_2O = \underbrace{CO + H_2}_{\text{ওয়াটার গ্যাস}}$$

ওয়াটার-গ্যাস ও প্রডিউসার-গ্যাস অতঃপর এমন অনুপাতে মিশান হয়, যাহাতে শেষ পর্যন্ত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের অনুপাত 1 : 3 থাকে। এই মিশ্রণের সঙ্গে অতিরিক্ত পরিমাণ স্টীম মিশাইয়া উহাকে $Fe_2O_3 + Cr_2O_3$ পূর্ণ উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া পরিচালিত করা হয়; কার্বন মনোক্সাইড—কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

$$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

নল হইতে যে-গ্যাস বাহির হয়, তাহাতে $N_2$, $H_2$, $CO_2$, CO (সামান্য পরিমাণ) এবং প্রচুর স্টীম থাকে। ইহার পর, ঠাণ্ডা হইলে এই গ্যাস-মিশ্রণকে অতিরিক্ত চাপে

জল এবং অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রাস ফরমেট দ্রবণের ভিতর দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। ইহাতে যথাক্রমে $CO_2$ এবং CO দূর হয় এবং নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাসের মিশ্রণ (1 : 3) পাওয়া যায়। গ্যাস-মিশ্রণকে নিরুদকের ( সোডালাইম ) সাহায্যে শুষ্ক করিয়া অ্যামোনিয়া প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। $N_2$ এবং $H_2$ বিশুদ্ধ না হইলে প্রভাবক বিষিত হয়।

**প্রক্রিয়ার যান্ত্রিক ব্যবস্থা ঃ** অ্যামোনিয়ার সংশ্লেষণ বিক্রিয়াটি একটি ক্রোমস্টীলের পাত্রে করা হয়। এই পাত্রটির দুইটি প্রকোষ্ঠ থাকে। অভ্যন্তরীণ কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠের ছোট ছোট তাকের উপর উদ্দীপক-সহ পর্যাপ্ত প্রভাবক থাকে। প্রথমে তড়িৎ-এর সাহায্যে ইহাদের 550° ডিগ্রির কাছাকাছি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিয়া রাখা হয়। কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠ ঘিরিয়া কঞ্চুকের মতো উহার চতুর্দিকে একটি বহিঃপ্রকোষ্ঠ আছে। এই বহিঃপ্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া বিশুষ্ক নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের ( 1 : 3 ) মিশ্রণ 200 অ্যাটমস্ফিয়ার চাপে প্রবাহিত হইয়া অবশেষে কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে এবং প্রভাবকের সংস্পর্শে আসে। ইহার ফলে মিশ্রণের শতকরা 10—12 ভাগ গ্যাস অ্যামোনিয়াতে পরিণত হয়।

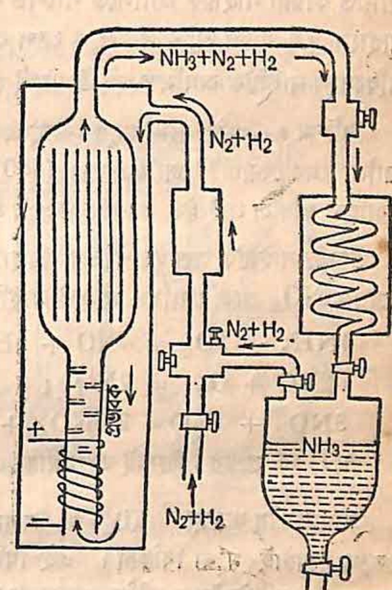


Fig. 13 ঃ হেভার প্রণালী

এই বিক্রিয়াটিতে যথেষ্ট তাপের উদ্ভব হয় এবং এই তাপশক্তি সরাইয়া না লইলে উহা প্রভাবকের উষ্ণতা প্রয়োজনের চেয়ে বেশি বাড়াইয়া দিতে পারে। এই কারণে এবং নাইট্রোজেন-হাইড্রোজেনের মিশ্রণকে প্রয়োজনীয় তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিয়া তাপ-শক্তির অপচয় বন্ধ করার উদ্দেশ্যে বহিঃপ্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া উপাদানগুলির মিশ্রণ প্রবাহিত করা হয়। সুতরাং, বিক্রিয়া একবার আরম্ভ হইলে বাহির হইতে আর তাপ প্রয়োগ করিতে হয় না। বিক্রিয়া-উদ্ভূত তাপের সাহায্যেই নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উত্তপ্ত হইয়া বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে যায়। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া ও অবিকৃত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠে প্রবেশকারী গ্যাস-মিশ্রণকে উত্তপ্ত করিয়া নিজেরা পূর্বের চেয়ে শীতল হয়। ইহাদিগকে খুব শীতল করিয়া অত্যধিক চাপে সঙ্কুচিত করিলে অ্যামোনিয়া তরলাকারে একটি পাত্রের ভিতর সঞ্চিত হয়। কখনও অতিরিক্ত চাপে জলে শীতল অ্যামোনিয়াকে শোষণ করিয়া লওয়া হয়। পাম্পের

সাহায্যে অপরিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনকে পুনরায় বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে পাঠাইয়া দেওয়া হয়। এইভাবেই অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা হয়।

(c) <u>ওস্‌ওয়াল্ড পদ্ধতি ( Ostwald's Process ) ঃ</u>

এই পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়ার জারণ হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। আজকাল সহজে এবং স্বল্প ব্যয়ে হেভার প্রণালীর অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা প্রভাবকের উপস্থিতিতে ঐ হেভারের অ্যামোনিয়াকে জারিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। উত্তপ্ত প্লাটিনাম-জালি প্রভাবকের সাহায্যে এই জারণ অতি সহজে ও অল্প ব্যয়ে এত দ্রুত সম্পন্ন করা সম্ভব যে, বর্তমানে অধিকাংশ নাইট্রিক অ্যাসিড এই উপায়েই প্রস্তুত করা হয়।

বিক্রিয়া ঃ ধূলিকণা-বিমুক্ত বায়ু এবং অ্যামোনিয়ার একটি মিশ্রণকে প্লাটিনাম-রোডিয়ামের তৈয়ারী লোহিত-তপ্ত (৪00° ~ 900°C) তারজালির ভিতর দিয়া দ্রুত প্রবাহিত করিলে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

উৎপন্ন নাইট্রিক অক্সাইড শীতল অবস্থায় অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া $NO_2$ উৎপন্ন করে। $NO_2$ জলে শোষিত হইলেই নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O ; \quad \Delta H = -214600 \text{ ক্যালোরি}$$
$$2NO + O_2 = 2NO_2 ; \quad \Delta H = -27000 \text{ ক্যালোরি}$$
$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO ; \quad \Delta H = -27600 \text{ ক্যালোরি}$$

প্রত্যেকটি স্তরের বিক্রিয়াই তাপমোচী।

**প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা ঃ** (i) এই উৎপাদনের ক্ষেত্রে অ্যামোনিয়ার জারণ হইতে NO প্রস্তুত করাটাই মুখ্য বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়াতে আয়তনের সামান্য পরিবর্তন হয়। সুতরাং, লা-শাটেলীয়ার নীতি অনুসারে চাপের বিশেষ প্রভাব নাই। এইজন্য প্রায়ই সাধারণ চাপে বিক্রিয়াটি করা হয়।

(ii) কিন্তু এই বিক্রিয়ার জন্য উত্তপ্ত প্লাটিনাম-রোডিয়াম প্রভাবক অপরিহার্য। ৪00° ~ 900°C-এ প্লাটিনাম-রোডিয়াম তারজালির ভিতর দিয়া অতি দ্রুত অ্যামোনিয়া ও অতিরিক্ত বাতাসের মিশ্রণ পরিচালনা করিলে অ্যামোনিয়া প্রয়োজনীয় মাত্রায় জারিত হয় এবং নাইট্রিক অক্সাইড (NO) পাওয়া যায়। যে-গতিতে গ্যাস-মিশ্রণ ( বায়ু + $NH_3$) প্রভাবক অতিক্রম করিবে, তাহার উপর বিক্রিয়া নির্ভর করে। সচরাচর গ্যাস-মিশ্রণকে প্রভাবকের সংস্পর্শে 0·01 ~ 0·03 সেকেন্ড রাখা হয়। যদি ধীরে ধীরে গ্যাস পরিচালনা করা হয়, তাহা হইলে নাইট্রিক অক্সাইডের পরিবর্তে নাইট্রোজেন উৎপন্ন হইবে ;

$$4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$$

(iii) দ্বিতীয় ধাপে নাইট্রিক অক্সাইড যখন জারিত হইয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়, তখন তাপমাত্রা যথেষ্ট কম থাকা প্রয়োজন। তাহা না হইলে উৎপন্ন $NO_2$ বিভাজিত হইয়া বিপরীত ক্রিয়াতে পুনরায় ($NO + O_2$) পাওয়া যাইবে। এই বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্গারী। সুতরাং, লা-শাটেলীয়ার নীতি অনুসারে কম উষ্ণতায় বেশী $NO_2$ উৎপন্ন হইবে। সেই কারণে তাপমাত্রা কম রাখা হয়।

(iv) বিক্রিয়াগুলিকে একমুখী করিয়া উৎপাদন বৃদ্ধি করার জন্য সর্বদাই বায়ুর পরিমাণ অনেক বেশী রাখা প্রয়োজন। ব্যবহৃত বায়ু ধূলিকণা-মুক্ত হওয়া প্রয়োজন।

**প্রক্রিয়ার পদ্ধতি :** বিশুদ্ধ ও শুষ্ক অ্যামোনিয়া এবং ধূলিমুক্ত বায়ু 1 : 7·5 অনুপাতে মিশাইয়া বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠের (A) উত্তপ্ত (800° ~ 900°C) প্লাটিনাম-রোডিয়াম তারজালির ভিতর দিয়া দ্রুত চালনা করা হয়। ইহাতে অ্যামোনিয়ার প্রায় 98 শতাংশ জারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড পরিণত হয়। প্রারম্ভে বিদ্যুৎ-প্রবাহ দ্বারা প্রভাবক তারজালিকে উত্তপ্ত করিয়া লইতে হয়। কিন্তু পরে আর তাপ-প্রয়োগের দরকার হয় না। বিক্রিয়া হইতে যে-তাপ উদ্ভূত হয়, তাহাতেই প্রয়োজনীয় উষ্ণতা বজায় থাকে।

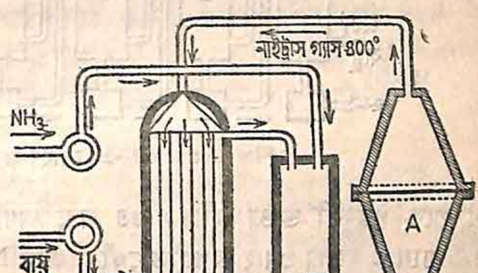



Fig. 14 : ওস্‌ওয়াল্ড পদ্ধতিতে নাইট্রিক অ্যাসিড

উৎপন্ন NO এবং অতিরিক্ত বায়ু যখন বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠ হইতে বাহির হইয়া আসে, তখন উহার তাপমাত্রা থাকে প্রায় 800°C। এই উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণকে তাড়াতাড়ি শীতল করার জন্য একটি তাপ-বিনিময় প্রকোষ্ঠে ( Fig. 14 ) পাঠানো হয়। যে বায়ু অব্যবহিত পরেই বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে যাইবে, সেই বায়ুকে তাপ-বিনিময়-প্রকোষ্ঠে এই গ্যাস-মিশ্রণের ( NO এবং বায়ুর ) চারিদিকে প্রবাহিত করা হয়। ফলে, বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে প্রবেশকারী বায়ু নিজে তাপ গ্রহণ করিয়া উত্তপ্ত হয় এবং মিশ্রণকে শীতল করিয়া দেয়। বিক্রিয়ক বায়ুর তাপমাত্রা (250°C) পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়।

অপেক্ষাকৃত শীতল নাইট্রিক অক্সাইড ও বাতাসের মিশ্রণকে অতঃপর একটি বয়লারের সরু নলের ভিতর দিয়া পাঠানো হয় এবং পরে একটি বড় দীর্ঘ টাওয়ারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া শীতল করা হয়, যাহাতে উহার উষ্ণতা প্রায় 30°C-এ আসে। অতঃপর গ্যাসের সঙ্গে আরও বায়ু মিশ্রিত করিয়া একটি কলঙ্কহীন (stainless) স্টীলের

টাওয়ারে প্রবেশ করানো হয়। এই টাওয়ারের উপর হইতে শীতল লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড* প্রবাহিত করা হয়। এইখানে নাইট্রিক অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইতে থাকে। কিছুটা নাইট্রিক অ্যাসিডও তৈরী হয়। $2NO + O_2 = 2NO_2$

অতঃপর এই গ্যাসকে পরপর কতকগুলি সু-উচ্চ শোষক-স্তম্ভের ( absorbtion towers ) নীচে প্রবেশ করানো হয়। এই টাওয়ারগুলি পাথরের বা পোড়ামাটির রিঙ্ দ্বারা ভর্তি থাকে। শেষ স্তম্ভের উপর হইতে জলের ধারা প্রবাহিত করা হয়। অপর

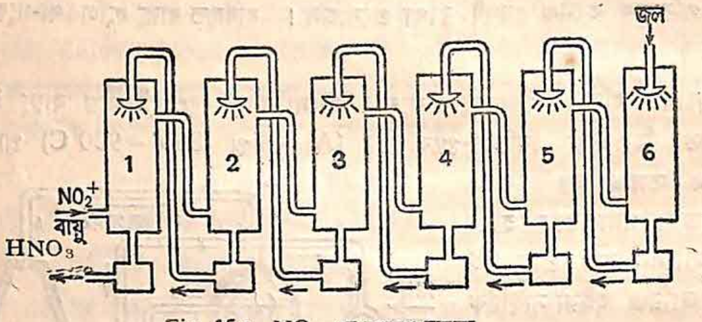



Fig. 15 : $NO_2$-এর শোষণ-ব্যবস্থা

স্তম্ভগুলিতে পরবর্তী স্তম্ভের নীচে সঞ্চিত লঘু অ্যাসিড উপর হইতে প্রবাহিত করা হয়। গ্যাস ও জলের প্রবাহ বিপরীতমুখী। জলে $NO_2$ দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে।

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$$

এই NO বায়ুর উদ্বৃত্ত অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড আবার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। সর্বশেষে যে-গ্যাস বাহির হইয়া যায়, উহাতে NO এবং $NO_2$ থাকে। এই গ্যাসকে একটি টাওয়ারে লঘু NaOH-দ্রবণে শোষণ করিয়া লওয়া হয়।

$$2NaOH + NO + NO_2 = 2NaNO_2 + H_2O$$

এইভাবে হেভারের অ্যামোনিয়াকে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। বস্তুতঃ ইহা বাতাসের নাইট্রোজেনের বন্ধন হইতেই পাওয়া গেল।

স্তম্ভের নীচে হইতে 50% নাইট্রিক অ্যাসিড দ্রবণ সংগৃহীত হয়। ইহাকে পাতিত করিয়া 68% পর্যন্ত গাঢ় করা যাইতে পারে। 68% অ্যাসিড 'বাজারের গাঢ় অ্যাসিড' হিসাবে পরিচিত এবং ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব 1·41। তবে প্রয়োজনবোধে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিয়া 98% গাঢ় অ্যাসিড প্রস্তুত করা যাইতে পারে।

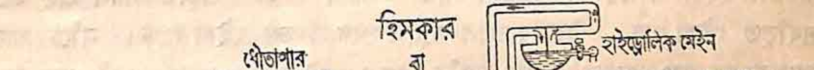
---

* I. C. I. Billingham Plant.

(d) <u>কোল-গ্যাস</u> ঃ

প্রকৃতিতে যে-কয়লা পাওয়া যায়, তাহার প্রধান অংশ কার্বন বটে, কিন্তু কার্বনের সঙ্গে অতি মূল্যবান অনেক জৈব পদার্থ মিশ্রিত থাকে। আজকাল কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন দ্বারা জৈব পদার্থগুলিকে উদ্বায়িত করিয়া পৃথক করা হয়। পাতন-প্রকোষ্ঠে অনুদ্বায়ী কোক পড়িয়া থাকে। কয়লার এই অন্তর্ধূম-পাতনকে বলা হয় কয়লার **কার্বনীকরণ** (carbonisation of coal)। অন্তর্ধূম-পাতনে যে-অংশ উদ্বায়িত হইয়া আসে, তাহার দুইটি অংশ—তরল এবং গ্যাসীয়। এই গ্যাসীয় অংশই **কোল-গ্যাস**। তরল অংশের দুইটি ভাগ—একটি আলকাতরা ; আর, অপরটি জলীয় "অ্যামোনিয়াক্যাল দ্রবণ" (ammoniacal liquor)।

**কোল-গ্যাস**। অগ্নিসহ মৃত্তিকার বড় বড় বকযন্ত্রে অথবা অগ্নিসহ ইটের তৈরী প্রায় তিন মিটার উঁচু চতুষ্কোণ প্রকোষ্ঠে কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন করা হয়। পরপর অনেকগুলি ঐরূপ বকযন্ত্র বা প্রকোষ্ঠের প্রায় তিন-চতুর্থাংশ কয়লার টুকরাতে ভরিয়া লওয়া হয় এবং উহাদের চারিদিকে মাটির প্রলেপ দেওয়া থাকে, যাহাতে বাতাস প্রবেশ




কোল গ্যাস প্রস্তুতি

**Fig. 16**

না করে। নিকটেই প্রডিউসার-গ্যাস তৈরী করিয়া কিংবা উৎপন্ন কোল-গ্যাসের অল্প কিছু অংশ পোড়াইয়া ঐ প্রকোষ্ঠগুলিকে উত্তপ্ত করা হয়। "সফট কোক" তৈরী করিতে হইলে তাপমাত্রা 700 – 800°C ; আর, "হার্ড কোক" তৈরী করিতে হইলে তাপমাত্রা 1000 – 1200°C রাখা হয়। প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠ হইতে উদ্বায়ী পদার্থসমূহ

একটি নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। প্রকোষ্ঠে অনুদ্বায়ী কোক পড়িয়া থাকে। অন্তর্ধূম-পাতনের সময় প্রকোষ্ঠের ভিতরের লোহিত-তপ্ত দেওয়ালের সংস্পর্শে হাইড্রোকার্বনের তাপ-বিয়োজনে যে-কার্বন উৎপন্ন হয়, উহা ঊর্ধ্বপাতিত হইয়া প্রকোষ্ঠের উপরের দিকে অপেক্ষাকৃত শীতল স্থানে জমা হয়—ইহা গ্যাস-কার্বন।

যে-গ্যাস বাহির হইয়া আসে, উহাতে যথেষ্ট আলকাতরার বাষ্প থাকে এবং তাহার সঙ্গে নানারকম গ্যাস থাকে; যেমন—$CH_4$, $C_2H_4$, $NH_3$, CO, $CS_2$, $H_2S$, HCN ইত্যাদি। ঐ সকল গ্যাস নিষ্ক্রান্ত হইয়া প্রথমে আংশিক জলপূর্ণ একটি সিলিণ্ডারে প্রবেশ করে। ইহার নাম হাইড্রলিক মেন (hydraulic main)। জলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইয়া এখানেই অধিকাংশ আলকাতরার বাষ্প ঘনীভূত হয় এবং জলীয় বাষ্প অ্যামোনিয়া প্রভৃতির একাংশ জমিয়া তরলে পরিণত হয়। অতঃপর গ্যাস পরপর কয়েকটি শীতক-নলের (বায়ু বা জল দ্বারা শীতল করা) ভিতর দিয়া পরিচালিত হয়। এই নলগুলির নীচে একটি ট্যাঙ্ক যুক্ত থাকে। ঠাণ্ডায় জলীয় বাষ্প ও আলকাতরা তরলিত হইয়া নীচের ট্যাঙ্কে জমা হয়। $NH_3$, HCN প্রভৃতি গ্যাস এই জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ট্যাঙ্কের তরল দুইটি স্তরে বিভক্ত হইয়া পড়ে। নীচে ভারী আলকাতরা এবং তাহার উপরে জলীয় অংশ। এই জলীয় অংশে বাকী প্রায় সমস্ত অ্যামোনিয়া দ্রবীভূত থাকে বলিয়া ইহাকে "অ্যামোনিয়াক্যাল লিকর" বলে।

ইহার পর কোক বা পাথরের প্লেটে পরিপূর্ণ উচ্চ স্তম্ভে গ্যাসটিকে যথাসম্ভব জলে ধৌত করা হয়। ইহার পরেও গ্যাসের ভিতর কিছু সালফার-ঘটিত যৌগ থাকে। জ্বালানী গ্যাসে কোন সালফার যৌগ থাকা বাঞ্ছনীয় নয়। সুতরাং, উহাকে দূর করার জন্য গ্যাসটিকে আর একটি ছোট স্তম্ভের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। এই স্তম্ভটিতে কয়েকটি তাকের উপর সোদক ফেরিক অক্সাইড রাখা হয়। ইহা হাইড্রোজেন সালফাইড শোষণ করিয়া লয়। এইরূপে শোধিত হওয়ার পর যে-গ্যাস পাওয়া যায়, তাহাকেই কোল-গ্যাস বলা হয় এবং উহাকে বড় বড় গ্যাস-ট্যাঙ্কে সঞ্চিত করা হয় এবং প্রয়োজন অনুযায়ী বিভিন্ন জায়গায় পরিচালিত করা হয়। যে-পরিমাণ (ওজন) কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন করা হয়, তাহার প্রায় 17% কোল-গ্যাস পাওয়া যায়।

**20. কিভাবে পার্থক্য করিবে ?—**

**(a) নাইট্রিক অক্সাইড হইতে নাইট্রাস অক্সাইড,**

**(b) নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে নাইট্রাস অ্যাসিড,**

**(c) অ্যামোনিয়া হইতে ফস্‌ফিন,**

**(d) লাল ফস্‌ফরাস হইতে হলুদ ফস্‌ফরাস,**

**(e) হাইড্রোজেন গ্যাস হইতে কার্বন মনোক্সাইড।**

[How would you distinguish :
(a) Nitrous oxide from nitric oxide,
(b) Nitrous acid from nitric acid,
(c) Phosphine from ammonia,
(d) Yellow phosphorus from red phosphorus,
(e) Carbon monoxide from hydrogen gas.]

উঃ। (a) বাতাস বা অক্সিজেন সহযোগে নাইট্রিক অক্সাইড বাদামী লাল গ্যাস উৎপন্ন করে এবং ফেরাস সালফেট দ্রবণকে কালো করে—এই দুইটি পরিবর্তন দ্বারাই সাধারণতঃ নাইট্রিক অক্সাইডের অস্তিত্ব প্রমাণ করা হয়। নাইট্রাস অক্সাইডের ক্ষেত্রে এই দুই বিক্রিয়া হয় না।

নাইট্রাস অক্সাইড দহন-সহায়ক কিন্তু নাইট্রিক অক্সাইড দহন-সহায়ক নহে। শিখাহীন একটি জ্বলন্ত কাঠিকে নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাসে প্রবেশ করাইলে কাঠিটি আবার শিখাসহ জ্বলিয়া ওঠে, কিন্তু অপর গ্যাসের ক্ষেত্রে কাঠিটি নিভিয়া যায়।

(b) নাইট্রাস অ্যাসিড দ্রবণে KI যোগ করিলে আয়োডিন নির্গত হয়। উহাতে একটু স্টার্চ মিশাইলে উহা গাঢ় নীল রঙ ধারণ করে।

নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে এই বিক্রিয়া হয় না।

(c) ফস্‌ফিন সাধারণ তাপমাত্রায়ই বিজারক হিসাবে কাজ করে। কপার সালফেট দ্রবণে ফস্‌ফিন প্রবাহিত করাইলে কপার ফস্‌ফাইডের কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। সেইরূপ সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের সহিত ফস্‌ফিনের ক্রিয়ায় দ্রবণ হইতে প্রথমে হলুদ রঙের এক অন্তর্বর্তী যৌগ অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং পরিশেষে জলের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা বিযোজিত হইয়া কালো ধাতব সিলভারে পরিণত হয়।

অ্যামোনিয়ার ক্ষেত্রে এইরূপ বিক্রিয়া হয় না।

ইহা ছাড়া, অ্যামোনিয়ার গন্ধ ঝাঁঝালো, কিন্তু ফস্‌ফিনের গন্ধ পচা মাছের মতো।

(d) সাদা ফস্‌ফরাসের রসুনের মতো গন্ধ আছে, কিন্তু প্রায় বর্ণহীন। পক্ষান্তরে লোহিত ফস্‌ফরাসের কোন গন্ধ নাই এবং ইহার রঙ লাল।

সাদা ফস্‌ফরাস অন্ধকারে অনুপ্রভা বিকীর্ণ করে, কিন্তু লাল ফস্‌ফরাসের কোন অনুপ্রভা নাই।

সাদা ফস্‌ফরাস উষ্ণ কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় ফস্‌ফিন গঠন করে। লাল ফস্‌ফরাসের ক্ষেত্রে এই বিক্রিয়া হয় না।

(e) কার্বন মনোক্সাইড এবং হাইড্রোজেন উভয়েই দাহ্য গ্যাস। কার্বন মনোক্সাইড বায়ুতে জ্বলিয়া যে-গ্যাসীয় পদার্থ ($CO_2$) গঠন করে, উহার সংস্পর্শে চুনজল ঘোলাটে হয়। পক্ষান্তরে হাইড্রোজেন বায়ুতে জ্বলিয়া জল উৎপন্ন করে। ইহার সংস্পর্শে অনাদ্র সাদা কপার সালফেট নীল হয়।

প্যালেডিয়াম হাইড্রোজেন শোষণ করে। আর কিউপ্রাস ক্লোরাইডের হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে কার্বন মনোক্সাইড শোষিত হয়।

**21.** (a) ইলেকট্রন, প্রোটন এবং নিউট্রনের ভৌত বৈশিষ্ট্যাবলী লেখ। ক্রমবর্ধমান ভর অনুযায়ী ইহাদের সাজাও।

(b) $\alpha$, $\beta$ এবং $\gamma$-রশ্মিসমূহের ভৌত বৈশিষ্ট্যাবলী লেখ। $\alpha$- এবং / বা $\beta$-রশ্মি নির্গমনে পরমাণু-ক্রমাঙ্কের যে পরিবর্তন হয় তাহা নির্দেশ কর।

[ (a) Give the physical characteristics of (i) electron (ii) proton and (iii) neutron. Arrange them in order of their increasing masses.

(b) Give the physical characteristics of $\alpha$, $\beta$ and $\gamma$-rays. Indicate the change in atomic number with emittance of $\alpha$-ray and/or $\beta$-rays.]

উঃ। (a) প্রোটন, নিউট্রন এবং ইলেকট্রনের ভৌত বৈশিষ্ট্য ঃ

| | প্রোটন | নিউট্রন | ইলেকট্রন |
|---|---|---|---|
| (i) অবস্থান | পরমাণুর কেন্দ্রে তথা নিউক্লিয়াসে থাকে | পরমাণুর কেন্দ্রে তথা নিউক্লিয়াসে থাকে | পরমাণুর নিউক্লিয়াসের বাহিরে থাকে |
| (ii) প্রকৃতি | ধনাত্মক আধানবাহী কণা, আপেক্ষিক আধান, +1 | তড়িৎ-উদাসীন কণা | ঋণাত্মক আধানবাহী কণা, আপেক্ষিক আধান, −1 |
| (iii) আধান (absolute) | $1{\cdot}601 \times 10^{-19}$ কুলম্ব | 0 | $-1{\cdot}601 \times 10^{-19}$ কুলম্ব |
| (iv) আপেক্ষিক ভর | ইহার ভর একটি ইলেকট্রনের 1836 গুণ, হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রায় সমান | ইহার ভর ইলেকট্রনের 1839 গুণ, হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রায় সমান—সামান্য বেশি | হাইড্রোজেন পরমাণুর ভরের 1/1837 অংশ |
| (v) ভর ( গ্রাম ) amu | $1{\cdot}672 \times 10^{-24}$ গ্রাম 1·00728 | $1{\cdot}675 \times 10^{-24}$ গ্রাম 1·00867 | $9{\cdot}1 \times 10^{-28}$ গ্রাম 0·000546 ($^{12}C = 12{\cdot}000$) |
| (vi) আকার, ব্যাস, ব্যাসার্ধ | আকার প্রায় ইলেকট্রনের সমান | ব্যাস প্রোটনের সমান | ব্যাসার্ধ প্রায় $2{\cdot}8 \times 10^{-13}$ cm. |
| (vii) আয়তন | সমগ্র পরমাণুর তুলনায় আয়তন তুচ্ছ | সমগ্র পরমাণুর তুলনায় আয়তন তুচ্ছ | সমগ্র পরমাণুর তুলনায় আয়তন তুচ্ছ |

ইলেকট্রন → প্রোটন → নিউট্রন—এই ক্রম অনুযায়ী ভর বাড়ে।

(b) ∝, β এবং γ রশ্মির ভৌত বৈশিষ্ট্য ঃ

| | ∝-রশ্মি | β-রশ্মি | γ-রশ্মি |
|---|---|---|---|
| 1. প্রকৃতি | জড় কণা, ভর $=4$ ; He-নিউক্লিয়াস, $He^{++}$ | জড়কণা, ভর $=\frac{1}{1837}$ $\times$(H-পরমাণু) ; (ইলেকট্রন) | ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রশ্মি |
| 2. আধান | দুটি পজিটিভ চার্জ (++) $(9{\cdot}6\times10^{-10}esu)$ | এক নেগেটিভ চার্জ (−) $(4{\cdot}8\times10^{-10}$ esu) | 0 |
| 3. ফটোগ্রাফীর প্লেট | আক্রমণ করে ও বিকৃত করে | আক্রমণ করে ও বিকৃত করে | আক্রমণ করে ও বিকৃত করে |
| 4. তাড়িত ও চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব | সামান্য বিক্ষেপ (deflection) হয় | বিপরীত দিকে যথেষ্ট বিক্ষেপ হয় | কোন প্রভাব নাই |
| 5. বেধন-ক্ষমতা (penetrating power) | সামান্য | ∝-কণা অপেক্ষা বেশী | যথেষ্ট বেশী |
| 6. আয়নীকরণ ক্ষমতা | সর্বাধিক | γ-অপেক্ষা বেশী | ন্যূনতম |
| 7. বেগ (উৎস—তেজস্ক্রিয় পদার্থের উপর নির্ভরশীল) | সাধারণতঃ আলোক অপেক্ষা কম | আলোকের প্রায় সমান | সর্বাধিক |

কেন্দ্রের তেজস্ক্রিয় বিভাজনের ফলে ∝-কণা বা β-কণা উৎসারিত হয়। ∝-কণার ভর চার একক (amu) এবং আধান পরাবিদ্যুতের দুই একক। উহাতে দুইটি প্রোটন এবং দুইটি নিউট্রন আছে। হিলিয়ামের পরমাণু-কেন্দ্রেও তাই আছে; বস্তুতঃ ∝-কণাটি দুই পজিটিভ আধানযুক্ত হিলিয়ামের নিউক্লিয়াস, ${}^{4}_{2}He^{++}$। এই ∝-কণা পারিপার্শ্বিক হইতে দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হিলিয়াম পরমাণুতে পরিণত হয়। পরমাণুতে ∝-কণা স্বতন্ত্র থাকে না। বিভাজনের মুহূর্তে দুইটি প্রোটন ও দুইটি নিউট্রন একত্র হইয়া নিউক্লিয়াসের একটি অংশ বাহির হইয়া আসে।

একটি ∝-কণা বাহির হইয়া গেলে, পরমাণুটির কেন্দ্রের ভর চার একক হ্রাস পায় এবং প্রোটন-সংখ্যা অর্থাৎ ক্রমাঙ্ক দুই কমিয়া যায়। যেমন—

$$\overset{226}{\underset{88}{Ra}} \xrightarrow{-\alpha} \overset{222}{\underset{86}{Rn}}$$

যেহেতু ক্রমাঙ্ক পরিবর্তিত হয়; নূতন মৌলের সৃষ্টি হয়।

β-রশ্মি বিকিরণের ক্ষেত্রেও কেন্দ্র হইতেই β-কণা নির্গত হয় যদিও কেন্দ্রে ইলেকট্রন থাকে না। দুঃস্থিত পরমাণু কেন্দ্রে একটি নিউট্রন কণা ভাঙিয়া প্রোটন ও ইলেকট্রনে পরিণত হয়। প্রোটনটি নিউক্লিয়াসে থাকে। ইলেকট্রনটি নিষ্কাশিত হইয়া যায়; উহাই β-রশ্মি রূপে বিচ্ছুরিত হয়। ইলেকট্রনের ভর নগণ্য, সেইজন্য β-রশ্মি নির্গত

হইলে পরমাণু কেন্দ্রের ভরের কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু একটি নতুন প্রোটন উৎপন্ন হওয়াতে, ক্রমাঙ্ক 'এক' বৃদ্ধি পায় এবং একটি নতুন মৌল উৎপন্ন হয়।

$${}^{234}_{90}\text{Th} \xrightarrow{-\beta} {}^{234}_{91}\text{Pa}$$ [ প্রোটো-অ্যাক্টিনিয়াম ]

21. (c) প্রধান ত্রুটিগুলি নির্দেশ করিয়া রাদারফোর্ডের পরমাণু-গঠন-চিত্র বর্ণনা কর। বোরের পরমাণু-গঠন-চিত্র কিভাবে ঐ ত্রুটিগুলি সংশোধন করিয়াছে, তাহা ব্যাখ্যা কর।

(d) ব্যাখ্যা-সহ টীকা লেখ :

(i) পরমাণু-ক্রমাঙ্ক, (ii) মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব এবং ভগ্নাংশিক পারমাণবিক গুরুত্ব, (iii) আইসোটোপ ( সমস্থানিক ), (iv) তেজস্ক্রিয়তা।

[ (c) Describe Rutherford's model of an atom indicating its main drawbacks and explain how Bohr's model could explain away the above limitations.

(d) Write explanatory notes on :

(i) Atomic number, (ii) Atomic weight and fractional atomic weight of an element, (iii) Isotope, (iv) Radioactivity. ]

উঃ। (c) রাদারফোর্ডের পরমাণু-গঠন-চিত্র :

রাদারফোর্ড প্রথমে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে যে কল্পনা করেন, তাহা নিম্নরূপ—

(১) পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে বা নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত পরাবিদ্যুৎবাহী, প্রোটনগুলি অতি ক্ষুদ্র পরিসরে ঠাসাঠাসি করিয়া থাকে। যতগুলি প্রোটন থাকে তাহাই সেই মৌলের পাঃ গুরুত্ব। অতএব, পরমাণুর সমস্ত ভরও কেন্দ্রেই রহিয়াছে।

(২) যেহেতু পরমাণুর নীট কোন তড়িৎ-আধান নাই। সুতরাং, প্রোটনের সমসংখ্যক ইলেকট্রন কেন্দ্রবহিঃস্থ অঞ্চলে আছে।

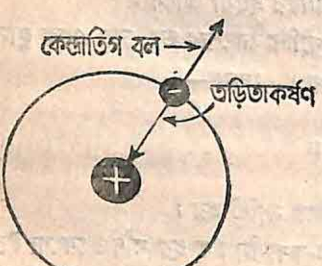


Fig. 17

(৩) কেন্দ্রের আয়তন খুব ক্ষুদ্র; ব্যাসার্ধ $\sim 10^{-13}$ সেমি। ইলেকট্রনের আয়তনও ক্ষুদ্র, উহার ব্যাসার্ধ আনুমানিক $\sim 2 \times 10^{-13}$। কিন্তু পরমাণুর ব্যাসার্ধ $10^{-8}$ সেমি। অর্থাৎ, কেন্দ্রের ব্যাস পরমাণুর ব্যাসের আনুমানিক দশ হাজার ভাগের একভাগ মাত্র। ইহার অর্থ— পরমাণুর অভ্যন্তরের প্রায় সবটাই ফাঁকা।

(৪) ইলেকট্রনগুলি কেন্দ্রের বাহিরে বিভিন্ন বৃত্তাকার পথে কেন্দ্রের চারিদিকে সর্বদা দ্রুতবেগে ঘুরিতে থাকে।

(৫) কেন্দ্রের আধান পজিটিভ আর ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনগুলির আধান নেগেটিভ। তবুও ইলেকট্রন আসিয়া কেন্দ্রের সহিত মিলিত হয় না। ইহার কারণস্বরূপ রাদারফোর্ড বলেন, ইলেকট্রনকে যেমন কেন্দ্র আকর্ষণ করে, সেইরকম ঘূর্ণায়মান অবস্থায় কেন্দ্রাতিগ বল ইলেকট্রনকে কেন্দ্র হইতে দূরে লইয়া যায়। এই দুই বিপরীতমুখী বলের জন্য ইলেকট্রন কেন্দ্রে আসিয়া পড়িতে পারে না। একটি নির্দিষ্ট বৃত্তাকার পথে ঘুরিতে থাকে।

রাদারফোর্ডের গঠন-চিত্রের ত্রুটি ঃ (i) মোজ্‌লে (Moseley) তাহার ঐতিহাসিক পরীক্ষা হইতে প্রমাণ করেন যে, পরমাণুর কেন্দ্রের পজিটিভ আধানের সংখ্যা তথা প্রোটন-সংখ্যা সচরাচর উহার পাঃ গুরুত্বের প্রায় অর্ধেক। অতএব, রাদারফোর্ডের প্রাথমিক ধারণা—কেন্দ্রে পাঃ গুরুত্বের সম-সংখ্যক প্রোটন আছে, তাহা ঠিক নহে।

(ii) পজিটিভ কেন্দ্রের চারিদিকে তড়িৎবাহী ইলেকট্রন যখন ঘুরিতে থাকিবে তখন উহার গতি তড়িৎ-চুম্বকীয় সূত্র বা নীতি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইবে। এই নীতি অনুযায়ী কোন তড়িৎ-আধান যুক্ত কণা আবর্তন করার সময় উহার চারিদিকে একটি তড়িৎক্ষেত্রের সৃষ্টি করে। এই তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টির জন্য ঐ কণা হইতে ক্রমশঃ শক্তি বাহির হইতে থাকিবে। অতএব, কেন্দ্রের চারিদিকে আবর্তন করার সময় ইলেকট্রনের শক্তি ক্রমশঃ হ্রাস পাইবে। ইলেকট্রনটির গতিপথের ব্যাস ক্রমশঃ কমিয়া আসিবে এবং ধীরে ধীরে কেন্দ্রের নিকটবর্তী হইতে থাকিবে এবং শেষ পর্যন্ত কেন্দ্রের উপর আপতিত হইবে। কিন্তু বস্তুতঃ তাহা হয় না।



Fig. 18

(iii) ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন নিরন্তর শক্তি বিকিরণ করে। সুতরাং, স্পেক্ট্রোস্কোপ যন্ত্রে ঐ বিকিরণ পরীক্ষা করিলে এক নিরবচ্ছিন্ন বর্ণালী (continuous spectrum) পাওয়া উচিত। কিন্তু বিভিন্ন পরমাণুর বিকিরণ বর্ণালী সর্বদাই রেখ-বর্ণালী, নিরবচ্ছিন্ন নয়। অর্থাৎ, বর্ণালীতে বিচ্ছিন্নভাবে কতকগুলি নির্দিষ্ট তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের রেখার উদ্ভব হয়। ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর ক্ষেত্রে বর্ণালীতে বিভিন্ন রেখা পাওয়া যায়।

রাদারফোর্ডের পরমাণু-চিত্রের এই সকল অসঙ্গতি ব্যাখ্যার জন্য নীলস্ বোর (Neils Bohr, 1913) কোয়াণ্টামবাদের সাহায্যে একটি মতবাদ প্রচার করেন।

বোরের মতবাদ ঃ

এই মতবাদে তিনটি স্বীকার্য আছে ঃ—

(i) ইলেকট্রনগুলি যে-কোন বৃত্তপথে নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণ করিতে পারে না।

উহারা কেবলমাত্র কতকগুলি নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্তে ঘোরে। অর্থাৎ, ইলেকট্রন-ঘূর্ণনের নির্দিষ্ট কক্ষপথ আছে। এই কক্ষপথগুলির ব্যাসার্ধ এমন হইবে যে, উহাতে আবর্তনকালে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ ($h/2\pi$)-এর কোন সরল পূর্ণ গুণিতক হইতে হইবে। অর্থাৎ, কৌণিক ভরবেগ $= \frac{nh}{2\pi}$। [ $h =$ প্লাংক ধ্রুবক $= 6{\cdot}62 \times 10^{-27}$ আর্গ/সেকেণ্ড ; $n = 1, 2, 3, \cdots$ ইত্যাদি ]

(ii) যতক্ষণ কোন ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘোরে, ততক্ষণ উহা হইতে কোন আলোক-তরঙ্গ বিচ্ছুরিত হয় না। এই অবস্থায় ইলেকট্রনের তথা পরমাণুটির অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্দিষ্ট বা স্থির থাকে। প্রতিটি নির্দিষ্ট কক্ষপথের ইলেকট্রনের অভ্যন্তরীণ শক্তি ভিন্ন, কিন্তু নির্দিষ্ট। এই নির্দিষ্ট কক্ষপথগুলিকে "সুস্থিত বা বিকিরণহীন" কক্ষপথ ( stationary orbit ) বলে। ইলেকট্রন কখনও দুইটি কক্ষপথের মাঝে, অর্থাৎ, দুইটি শক্তিস্তরের মাঝে থাকে না।

যে-কোন কক্ষপথে ইলেকট্রন তথা পরমাণু শক্তি নির্দিষ্ট বলিয়া, পরমাণু বা ইলেকট্রন নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে ( energy level ) থাকে। এইরূপ অবস্থান পরমাণুর এক সাম্যাবস্থা বা stationary state।

বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলি থাকার জন্য পরমাণু কয়েকটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে থাকিতে পারে। সেইজন্য এই কক্ষপথগুলি বা শক্তিস্তরগুলিকে কোয়াণ্টাম স্তর বা মুখ্য কোয়াণ্টাম সংখ্যা, 1, 2, 3, 4, ⋯ প্রভৃতি দ্বারা নির্দেশ করা হয়। [ এই $n$ সংখ্যাই ভরবেগের ( $nh/2\pi$ ) $n$ নির্দেশ করে। ] এই কক্ষপথগুলিকে আবার যথাক্রমে K, L, M, N, ⋯ প্রভৃতি স্তরও বলা হয়। নিউক্লিয়াসের নিকটতম কক্ষপথ ($K = 1$), দ্বিতীয় ($L = 2$), তৃতীয় ($M = 3$) ইত্যাদি। কোয়াণ্টাম সংখ্যা যত বেশী হইবে, অর্থাৎ, কেন্দ্র হইতে দূরত্ব যত বেশী হইবে, শক্তির পরিমাণও তত বেশী হইবে।

(iii) কোনরূপ বাহিরের শক্তি পাইলে ইলেকট্রন এক কক্ষপথ হইতে দূরবর্তী কক্ষপথে চলিয়া যায়। উহাতে পরমাণুর শক্তির নির্দিষ্ট মাত্রায় বৃদ্ধি ঘটে। পরমাণু উচ্চতর শক্তি-সম্পন্ন সাম্যাবস্থায় ( higher stationary state ) উপনীত হয়। এখন উচ্চতর শক্তির স্তর হইতে যদি ইলেকট্রন নিম্নতর স্তরে আসে, তবে খানিকটা নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি সর্বদাই তরঙ্গাকারে পরমাণু হইতে বাহির হইয়া আসে।

ধরা যাউক, M-স্তর হইতে একটি ইলেকট্রন L-স্তরে চলিয়া গেল ($M = 3$, $L = 2$)। তাহা হইলে উৎসারিত শক্তি, $\Delta E = E_3 - E_2$। যে তরঙ্গশক্তি বাহির হয়, তাহার কম্পাঙ্ক যদি $\nu_1$ হয়, তবে $h\nu_1 = \Delta E$। অথবা $\nu_1 = \frac{\Delta E}{h} = \frac{E_3 - E_2}{h}$ ; ( $h =$ প্লাংক ধ্রুবক )। যেহেতু $E_3$, $E_2$ নির্দিষ্ট অতএব $\nu_1$ নির্দিষ্ট।

যদি ইলেকট্রনটি L-স্তর হইতে K-স্তরে প্রত্যাগমন করে, তবে $\nu_2 = \frac{E_2 - E_1}{h}$। কম্পাঙ্ক $\nu_2$ নির্দিষ্ট বটে কিন্তু $\nu_1$ হইতে পৃথক। এইজন্য পরমাণুর রেখ-বর্ণালীতে $\nu_1$, $\nu_2$ প্রভৃতি কম্পাঙ্কের বিভিন্ন রেখার উদ্ভব হয়।

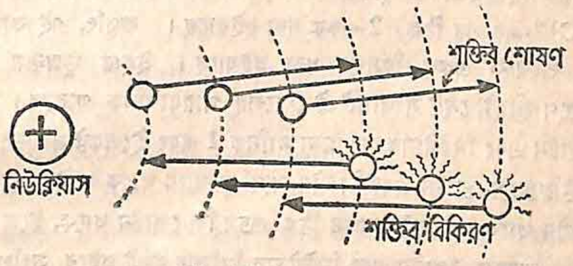



Fig. 19

ইহা ছাড়া, এই মতবাদে নিউক্লিয়াসে নিউট্রনের অস্তিত্ব স্বীকৃত। প্রোটন ও নিউট্রনের মিলিত ভরই নিউক্লিয়াসের ভর।

(d) (i) পরমাণু-ক্রমাঙ্ক ঃ

কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যত সংখ্যক প্রোটন থাকে, সেই সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক-সংখ্যা বা পরমাণু-ক্রমাংক বলা হয়। যেমন—কার্বন, ক্লোরিন ও ইউরেনিয়ামের পরমাণুর কেন্দ্রে যথাক্রমে 6-টি, 17-টি ও 92-টি প্রোটন আছে। সুতরাং, উহাদের পরমাণু-ক্রমাঙ্কও যথাক্রমে 6, 17 এবং 92।

প্রতিটি প্রোটনের আধান পরাবিদ্যুতের এক একক। সুতরাং, একটি পরমাণুর ক্রমাঙ্ক যত, উহার কেন্দ্রের পরাবিদ্যুৎভারও ঠিক তত একক।

আবার, পরমাণুর নীট কোন তড়িৎ-আধান নাই, অতএব কোন পরমাণুর ক্রমাঙ্ক যত, সেই পরমাণুতে তাহার সমসংখ্যক ইলেকট্রন আছে ; কারণ, একটি প্রোটন ও একটি ইলেকট্রনের আধান সমান এবং বিপরীত।

পরমাণু-ক্রমাঙ্ক = নিউক্লিয়াসের প্রোটন-সংখ্যা = পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা।

প্রত্যেক মৌলের ক্রমাঙ্ক, অর্থাৎ, নিউক্লিয়াসের প্রোটন-সংখ্যা নির্দিষ্ট। বিভিন্ন মৌলের পরমাণু স্বতন্ত্র। ইহার মূল কথা—নিউক্লিয়াসে প্রোটন-সংখ্যার তারতম্য।

পরমাণু-ক্রমাংকই মৌলের যথার্থ পরিচয়। বিভিন্ন মৌলের ক্রমাঙ্ক বিভিন্ন। দুইটি মৌলের ক্রমাঙ্ক কখনও এক হইতে পারে না। পরমাণুর ওজন যাহাই হউক না কেন, যদি ক্রমাঙ্ক তথা প্রোটন-সংখ্যা অভিন্ন হয়, তবে উহারা একই মৌলের পরমাণু। পরমাণুর তথা মৌলের ধর্ম ও বৈশিষ্ট্য এই পরমাণু-ক্রমাঙ্কের উপর নির্ভর করে।

পর্যায়-সারণীতে বর্তমানে মৌলগুলিকে উহাদের ক্রম-বর্ধমান পরমাণু-ক্রমাঙ্ক

অনুসারে সাজানো হইয়াছে। এইজন্য পরমাণু-ক্রমাঙ্কই মৌলের পর্যায়-সারণীর ক্রমিক সংখ্যা।

(d) (ii) **পারমাণবিক গুরুত্ব এবং ভগ্নাংশিক পারমাণবিক গুরুত্ব ঃ**

পারমাণবিক গুরুত্ব একটি তুলনামূলক সংখ্যা। ইহা প্রকাশ করার জন্য কার্বনের সমস্থানিক $_6C^{12}$-এর ভর ঠিক 12-একক ধরা হইয়াছে। অর্থাৎ, এই কার্বন-পরমাণুর ভরের 1/12 অংশকে একক হিসাবে ধরা হইয়াছে। ইহার তুলনায় কোন মৌলের পরমাণু যতগুণ ভারী, সেই সংখ্যাটি ঐ মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব। পারমাণবিক ভর এককে প্রোটন এবং নিউট্রনের ভর আনুমানিক 1 এবং ইলেকট্রনের ভর অতি নগণ্য। পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন এবং নিউট্রন পূর্ণ সংখ্যায় থাকে। ইহা ছাড়া, পরমাণুর বাহিরে ইলেকট্রন থাকে। নিউক্লিয়াসে ঠিক যতগুলি প্রোটন থাকে, ইলেকট্রনের সংখ্যা উহার সমান। সুতরাং, প্রোটন এবং নিউট্রনের মিলিত ভরই হইবে সংশ্লিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক গুরুত্ব। স্বভাবতঃই **পারমাণবিক গুরুত্ব পূর্ণ সংখ্যা** বা উহার কাছাকাছি হইবে। কিন্তু প্রায় প্রতিটি মৌলেরই সমস্থানিক অর্থাৎ বিভিন্ন ভরের পরমাণু আছে। সুতরাং, পারমাণবিক গুরুত্ব একটি গড় মান—সমস্থানিকগুলি যে-অনুপাতে থাকে, সেই অনুপাত অনুযায়ী। বহুক্ষেত্রেই সমস্থানিকগুলি এমন অনুপাতে থাকে যে, এই গড় মান যথার্থই ভগ্নাংশ। অতএব, **সমস্থানিকের অস্তিত্বের দরুন পারমাণবিক গুরুত্ব প্রায়ই ভগ্নাংশ হয়।** যেমন—35 ভরসংখ্যার ক্লোরিনের সহিত 37 ভরসংখ্যার ক্লোরিন মিশিয়া আছে।

এই প্রাকৃতিক মিশ্রণে $Cl^{35}$ আছে 75·4 শতাংশ এবং $Cl^{37}$ আছে 24·6 শতাংশ।

$$75{\cdot}4\% \times 35 = 26{\cdot}39$$
$$24{\cdot}6\% \times 37 = 9{\cdot}102$$
$$\overline{\quad 35{\cdot}492 \quad}$$

ক্লোরিনের ক্ষেত্রে গড় মান = 35·492। অর্থাৎ, ক্লোরিনের পারমাণবিক গুরুত্ব 35·492।

(d) (iii) **সমস্থানিক (Isotopes) ঃ**

একটি পরমাণু-ক্রমাঙ্ক একটি নির্দিষ্ট মৌলকে সূচিত করে। সুতরাং, পরমাণু-ক্রমাঙ্ক হইল একটি মৌলিক ধ্রুবক এবং মৌলিক পদার্থের মৌলিকত্ব বলিতে যাহা বুঝায়, তাহা নির্ভর করে ইহার উপর। এখন প্রোটন-সংখ্যা স্থির থাকিয়া কেবল নিউট্রন সংখ্যার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটিলে, পরমাণুর ভরের পরিবর্তন হয়, কিন্তু নিউক্লিয়াসের আধানে কোন পরিবর্তন ঘটে না। উহা অপরিবর্তিতই থাকে। আধানের কোন পরিবর্তন না হওয়াতে পরমাণু-ক্রমাঙ্কও অপরিবর্তিত থাকে। সুতরাং, একটি নির্দিষ্ট মৌলের বিভিন্ন ভরবিশিষ্ট পরমাণু থাকিতে পারে। এই ঘটনাকে সমস্থানিকতা

( isotopy ) এবং বিভিন্ন ভরবিশিষ্ট পরমাণুসমূহকে **সমস্থানিক** ( isotopes ) বলে। সমস্থানিকের অস্তিত্ব যে নিয়মের ব্যতিক্রম তাহা নহে, বরং ইহাই স্বাভাবিক নিয়ম। প্রায় প্রতিটি মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রে সমস্থানিকের অস্তিত্ব প্রমাণিত হইয়াছে ; সংখ্যায় ইহারা কোথাও বেশী, কোথায়ও বা কম।

হাইড্রোজেনের সমস্থানিক—তিন রকম পারমাণবিক ভরের হাইড্রোজেন আছে। —হাল্কা হাইড্রোজেন, ডয়টেরিয়াম এবং ট্রিটিয়াম। ইহাদের ভরসংখ্যা যথাক্রমে 1, 2 এবং 3। হাল্কা হাইড্রোজেনে কোন নিউট্রন নাই। কিন্তু ডয়টেরিয়ামে একটি এবং ট্রিটিয়ামে 2টি নিউট্রন আছে। ইহাদের সবগুলিরই নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন এবং নিউক্লিয়াসের বাহিরে একটি ইলেকট্রন আছে।

অক্সিজেনের সমস্থানিক—তিন রকম পারমাণবিক ভরের অক্সিজেন আছে। 16 ভর-সংখ্যার সহিত 17 এবং 18 ভর-সংখ্যার অক্সিজেন মিশিয়া আছে। অক্সিজেন-18-তে অক্সিজেন-16 অপেক্ষা দুইটি নিউট্রন বেশী আছে ; আর অক্সিজেন-17-তে অক্সিজেন-16 অপেক্ষা 1টি বেশী এবং অক্সিজেন-18 অপেক্ষা 1টি কম নিউট্রন আছে। কিন্তু ইহাদের সবগুলিরই নিউক্লিয়াসে 8টি করিয়া প্রোটন আছে। আধান ( প্রোটন সংখ্যা ) অপরিবর্তিত থাকায় পারমাণবিক ভরের বিভিন্নতা সত্ত্বেও ইহাদের মূল রাসায়নিক ধর্মের কোন পার্থক্য হইবে না। কারণ, ঐ পরমাণুসমূহের সকলেরই নিউক্লিয়াসের বাহিরে একই সংখ্যক ( প্রোটন সংখ্যার সমান ) ইলেকট্রন থাকে। স্পষ্টতঃই একই মৌলের সকল সমস্থানিকগুলির ইলেকট্রনীয় গঠন-কাঠামোও এক বা অভিন্ন, পার্থক্য কেবল নিউক্লিয়াসস্থিত নিউট্রন সংখ্যায়। ফলে, বিভিন্ন পারমাণবিক ভরের অক্সিজেনের জন্য পর্যায়-সারণীতে একটিমাত্র স্থানই নির্দিষ্ট হইয়াছে। এখানে উল্লেখযোগ্য যে, সমস্থানিক ( বা একস্থানিক ) অর্থাৎ 'isotope' সংজ্ঞাটি গ্রীক শব্দ হইতে উদ্ভূত ; গ্রীক 'isos' অর্থ equal ( সমান বা এক ) এবং 'topos' অর্থ place ( স্থান )। বিজ্ঞানী সোডি ইহার উদ্ভাবক।

কোন মৌলের একটি পরমাণুকে ${}^{A}_{Z}X$ বা ${}_{Z}X^{A}$ রূপে লিখিয়া প্রকাশ করাই প্রচলিত রীতি। মৌলের রাসায়নিক চিহ্ন X এর বাঁ দিকে ( বা ডান দিকে ) মাথায় পরমাণুর ভর-সংখ্যা A, এবং নীচে বাঁ দিকে পরমাণু-ক্রমাঙ্ক Z লেখা হয়। যথা ${}^{1}_{1}H$, ${}^{4}_{2}He$, ${}^{16}_{8}O$, ${}^{17}_{8}O$, ${}^{18}_{8}O$ ইত্যাদি। যে-পরমাণুগুলির Z-এর মান এক বা অভিন্ন কিন্তু A বিভিন্ন উহারা সমস্থানিক ; ${}^{16}_{8}O$, ${}^{17}_{8}O$ এবং ${}^{18}_{8}O$ দ্বারা অক্সিজেনের সমস্থানিকগুলিকে প্রকাশ করা হয়। —প্রথম, দ্বিতীয় এবং তৃতীয়টিতে নিউট্রনের সংখ্যা যথাক্রমে 8, 9 এবং 10।

(d) (iv) <u>তেজস্ক্রিয়তা :</u>

কতকগুলি মৌল এবং উহাদের যৌগ হইতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে সর্বাবস্থায় সমভাবে

এবং অবিরাম এক অদৃশ্য রশ্মি-বিকিরণ ঘটে। ফটোগ্রাফি প্লেটের উপর এই বিকিরণ এবং X-রশ্মির ক্রিয়া একই। পদার্থের এই স্বতঃস্ফূর্ত রশ্মি-বিকিরণের ধর্মকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা এবং যে-সকল পদার্থের এই ধর্ম আছে, তাহাদের বলা হয় তেজস্ক্রিয় পদার্থ।

**তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য ঃ** তেজস্ক্রিয়তার কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে ঃ—

(i) তেজস্ক্রিয়তা একটি পারমাণবিক ধর্ম। পারিপার্শ্বিক অবস্থা, চাপ, উষ্ণতা, তড়িৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্র, অন্য মৌলের সঙ্গে সংযোগ—কোন কিছু দ্বারাই তেজস্ক্রিয় মৌলের রশ্মি-বিকিরণ প্রভাবিত হয় না। সর্বদা সর্বাবস্থায় অবিরাম সমানভাবে এই বিকিরণ চলিতে থাকে। একটুখানি রেডিয়াম (Ra) হইতে যে-হারে রশ্মি-বিকিরণ হয়, সেই রেডিয়ামকে যদি রেডিয়াম ব্রোমাইডে পরিণত করিয়া লওয়া হয়, তাহা হইলেও একই হারে সেই একই রশ্মি-বিকিরণ হইবে। সূর্যালোকে বা গভীর অন্ধকারে একই হারে রশ্মি-বিকিরণ চলিতে থাকে। চাপ বা তড়িতেরও কোন প্রভাব নাই।

(ii) তেজস্ক্রিয় মৌল হইতে উৎসারিত রশ্মি তিন প্রকারের—আল্‌ফা ( $\alpha$- ) রশ্মি, বীটা ( $\beta$- ) রশ্মি ও গামা ( $\gamma$- ) রশ্মি। $\alpha$-রশ্মি ও $\beta$-রশ্মি কণা-প্রবাহ কিন্তু $\gamma$-রশ্মি তরঙ্গ-প্রবাহ।

(iii) তেজস্ক্রিয় মৌল হইতে রশ্মি বাহির হইয়া যাওয়াতে পরমাণুটি ভাঙ্গিয়া যায় এবং নূতন পরমাণুর উদ্ভব হয়। উৎপন্ন পরমাণুও তেজস্ক্রিয় হইলে উহাও রশ্মি-বিকিরণ করে এবং ভাঙিয়া যায়। এইরূপ ক্রম-পরম্পরায় পরিবর্তন হইতে হইতে শেষ পর্যন্ত উহারা সুস্থির মৌল লেডে পরিণত হয়।

কোন মৌলের পরমাণু হইতে $\alpha$-কণা, আবার কোন মৌলের পরমাণু হইতে $\beta$-কণা বিচ্ছুরিত হয় ; যেমন—

$$U_1 \rightarrow Ux_1 + \alpha \;; \quad Ux_1 \rightarrow Ux_{II} + \beta \;; \quad Ra \rightarrow Rn + \alpha$$

কোন মৌল হইতেই উভয় রকম $\alpha$- ও $\beta$-রশ্মির বিকিরণ হইবে না।

(iv) তেজস্ক্রিয় বিভাজনে যে-শক্তি উৎপন্ন হয়, উহা রাসায়নিক যে কোন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ অপেক্ষা অনেক বেশী। পরমাণু-কেন্দ্রে নিউট্রন-প্রোটন পুঞ্জীভূত থাকে, তেজস্ক্রিয় বিভাজনের সময় ঐ কেন্দ্র হইতে $\alpha$ অথবা $\beta$ কণা বাহির হইয়া আসে। সুতরাং তেজস্ক্রিয়তা সাধারণ রাসায়নিক বিক্রিয়া নহে।

তেজস্ক্রিয় বিভাজনে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ প্রতি মোলে $10^9$ KCal অপেক্ষা বেশী। কিন্তু রাসায়নিক বিভাজনে উৎপন্ন শক্তি 100 কিলো-ক্যালোরির অধিক হয় না।

(v) বিভিন্ন তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভাজনের হার এক নহে। যে সময়ে কোন একটি তেজস্ক্রিয় মৌল ভাঙিতে ভাঙিতে উহার অর্ধেক পরিমাণ হয়, সেই সময়কে ঐ মৌলের **অর্ধ-আয়ুষ্কাল বা অর্ধ-জীবন** (half-life) বলে। যেমন—ইউরেনিয়ামের অর্ধ-জীবন

$4 \cdot 6 \times 10^9$ বছর, আর রেডিয়ামের 1590 বছর। এক গ্রাম রেডিয়াম রাখিয়া দিলে বিভাজনের ফলে উহা 0·5 গ্রামে পরিণত হইতে 1590 বছর লাগিবে। আবার 0·2 গ্রাম রেডিয়ামের 0·1 গ্রামে পরিণত হইতেও 1590 বছর লাগিবে।

**22. মৌলের ধর্মের পর্যাবৃত্তি উহাদের ইলেকট্রন-বিন্যাসের সহিত কিরূপ সম্পর্কযুক্ত ? গ্রুপ, সাবগ্রুপ এবং পর্যায়ের গুরুত্ব নির্দেশ করিয়া আধুনিক পর্যায়-সারণীর একটি ধারণা দাও।**

[ How is the periodicity of the properties of the elements are related to their electronic arrangements ? Give an idea about the modern periodic table indicating the significance of groups, sub-groups and periods. ]

উঃ। একেবারে সঠিক না হইলেও মোটামুটিভাবে বলা যায় যে, মৌলের ধর্মাবলী একেবারে বাহিরের বা যোজ্যতা খোলকের ইলেকট্রনের উপর নির্ভর করে। যে-সকল মৌলের পরমাণুর এই খোলকের ইলেকট্রনীয় বিন্যাস অভিন্ন, উহারা সদৃশ প্রকৃতির বা সমধর্মী। একটির পর একটি ইলেকট্রন-উপস্তরগুলি বার বার ভর্তি হয় বলিয়া একই রকমের ইলেকট্রনীয় বিন্যাসের বহিঃস্থ বেষ্টনীর বার বার আবির্ভাব ঘটে। ফলে, একই ধর্মের বারবার পুনরাবৃত্তি হয়।

**আধুনিক পর্যায়-সারণী :** মোজ্‌লে নিশ্চিতভাবে প্রমাণ করেন যে, পরমাণু-ক্রমাঙ্কই মৌলকে চিহ্নিত করে, পাঃ গুরুত্ব নয়। অতএব, মৌলসমূহের বিভাগ ও সারণী-সজ্জা ক্রমাঙ্ক অনুসারে হওয়া উচিত। সেইজন্য পর্যায়-সূত্রকে সংশোধন করিয়া বলা হইল :

**"বিভিন্ন মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম পর্যায়ক্রমে উহাদের পরমাণু-ক্রমাঙ্ক অনুসারে আবর্তিত হয়"**—ইহাই আধুনিক পর্যায়-সূত্র।

সব মৌলের ক্রমাঙ্ক—পূর্ণসংখ্যা। সুতরাং, H হইতে U পর্যন্ত প্রকৃতিলব্ধ 92-টি মৌল সারণীর 92-টি স্থানে বসিবে। ইহার অর্থ—একটি মৌলের ক্রমাঙ্ক যত সারণীতেও উহা সেই সমসংখ্যক স্থানে অবস্থান করিবে। অর্থাৎ, মৌলের ক্রমাঙ্ক ও সারণীতে যে ঘরে উহা অবস্থান করে সেই সংখ্যা একই। কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত ইউরেনিয়ামোত্তর মৌলগুলিও উহাদের সংখ্যানুযায়ী (93 ~ 105) স্থানে বসিবে।

পরমাণু ক্রমাঙ্কের ভিত্তিতে একটি দীর্ঘায়িত পর্যায়-সারণী রচনা করা হইয়াছে। হাইড্রোজেনের ক্রমাঙ্ক 1, তারপর পরপর He2, Li3, Be4 ইত্যাদি ধরিয়া এক এক ক্রমাঙ্ক বাড়াইয়া মৌলগুলিকে নতুন রকমে সাজানো হইয়াছে। নূতন সারণীতে সাতটি পর্যায়ই রহিয়াছে। কিন্তু মেণ্ডেলিয়েভের সারণীর উপশ্রেণী A এবং B-কে পৃথক উল্লম্ব পংক্তিতে রাখা হইয়াছে। এই জন্য নূতন সারণীতে আঠারোটি উল্লম্ব পংক্তি তথা শ্রেণী হইয়াছে। এই বিন্যাসেও বিভিন্ন মৌল পূর্বে যে যে শ্রেণীতে বা উপশ্রেণীতে ছিল, সেখানেই আছে। অষ্টম শ্রেণীতেও তিনটি করিয়া মৌল আছে, তবে

তাহাদের পরপর সংখ্যানুযায়ী স্থান দেওয়া সম্ভব হইয়াছে। (i) এখানেও ঠিক মেণ্ডেলিয়েভের সারণীর মতো প্রথম পর্যায়ে দুইটি, দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়ে আটটি, চতুর্থ ও পঞ্চম পর্যায়ে আঠারোটি, ষষ্ঠ পর্যায়ে বত্রিশটি মৌল আছে। ল্যান্থানাইড ও অ্যাক্টিনাইড গোষ্ঠীর মৌলসমূহকে সারণীর নিচে স্থান দেওয়া হইয়াছে।

এই বিন্যাসের ফলে সাবগ্রুপসমূহের যুক্তিগ্রাহ্য পৃথকীকরণ সম্ভব হইয়াছে। ফলে, প্রতিটি উল্লম্ব সারিতে যথার্থ সদৃশ মৌলসমূহ অবস্থান করিয়া এক একটি অভিন্ন 'পরিবার বা গোষ্ঠী' গঠন করিয়া তুলিয়াছে। কোন মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন-বিন্যাসের সহিত ঐ মৌলের সারণীতে অবস্থানের সম্পর্ক ইহা প্রদর্শন করে। এই দীর্ঘায়িত সারণীর যে-কোন একটি শ্রেণীর মৌলগুলিকে পরীক্ষা করিলে দেখা যায়, উহাদের বহিঃস্থ ইলেকট্রন-বিন্যাস একই রকম এবং সেইজন্য উহাদের রাসায়নিক ধর্মও অনুরূপ। উদাহরণস্বরূপ IA, অর্থাৎ, ক্ষার ধাতুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন-বিন্যাস $s^1$।

**পর্যায়গত বিভাগ:** পরমাণুর ইলেকট্রন-সংখ্যা উহার ক্রমাঙ্কের সমান। ক্রমাঙ্ক বৃদ্ধির সঙ্গে একটি একটি করিয়া ইলেকট্রন পরপর কোয়াণ্টাম স্তর পূর্ণ করে। ইলেকট্রন কোথায় স্থান লইবে, তাহা স্তর ও উপস্তরের শক্তিমাত্রার উপর নির্ভর করে।

পরমাণুগুলিতে ইলেকট্রনের ক্রমবিন্যাসের সঙ্গে সারণীর পর্যায়-সৃষ্টির সম্পর্ক আছে। প্রতিটি মুখ্য কোয়াণ্টাম স্তর ($n$) দ্বারা এক-একটি পর্যায় সূচিত হয়। প্রতিটি পর্যায় $ns^1$ ইলেকট্রন দ্বারা শুরু হয় এবং $ns^2np^6$ ইলেকট্রনে শেষ হয়। পর্যায়ের শেষ মৌলটি ($ns^2np^6$) অবশ্যই নিষ্ক্রিয় মৌল। কেবলমাত্র প্রথম পর্যায়ে শেষ মৌল হিলিয়ামের বিন্যাস $1s^2$।

**22-A. মেণ্ডেলিয়েভের পর্যায়-সারণীর ত্রুটিগুলি বিবৃত কর। আধুনিক পর্যায়-সূত্র কিভাবে ইহা ব্যাখ্যা করিয়াছে?**

**9, 11, 16, 30 পরমাণু-ক্রমাঙ্ক বিশিষ্ট মৌলগুলির ইলেকট্রন-বিন্যাস লেখ এবং ইহাদের তড়িৎ-ধনাত্মক এবং তড়িৎ-ঋণাত্মক চরিত্র নির্দেশ কর। s, p এবং d অরবিট্যালসমূহ কতগুলি ইলেকট্রন ধারণ করিতে পারে?**

[ State the defects in the Mendelyev's periodic table and how these were explained by the modern periodic law.

Give electronic arrangements of the elements having atomic numbers 9, 11, 16, 30 and indicate the electropositive and electro-negative character of the elements. Indicate the number of electrons that can be accommodated in *s*, *p* and *d* orbitals. ]

**উঃ। পর্যায়-সারণীর ত্রুটি:** মেণ্ডেলিয়েভের সারণীতে কয়েকটি ত্রুটি আছে।

(i) **ক্রমের ত্রুটি:** পটাসিয়াম অপেক্ষা আরগন অধিক আণবিক গুরুত্বের হওয়া সত্ত্বেও পটাসিয়ামের (39·1) পূর্বে আরগন (39·94) স্থান পাইয়াছে। সেইরূপে

নিকেলের (58·7) পূর্বে কোবাল্ট (58·94), আয়োডিনের (126·9) পূর্বে টেলুরিয়াম (127·6) এবং প্রোটো-অ্যাক্টিনিয়ামের (231) পূর্বে থোরিয়ামকে (232·05) স্থান দেওয়া হইয়াছে। ধর্মের পর্যাবৃত্তি বা শ্রেণীগত সাদৃশ্য বজায় রাখিতে গিয়া এখানে 'মেণ্ডেলিয়েভের পর্যায়-বিধি' লংঘন করা হইয়াছে।

(ii) **হাইড্রোজেন, বিরল মৃত্তিকা ইত্যাদি মৌলের অবস্থান :** হাইড্রোজেন, বিরল মৃত্তিকা মৌল এবং অ্যাক্টিনাইডসমূহের জন্য সারণীতে কোন উপযুক্ত স্থান নির্দিষ্ট করা নাই। ইহা ছাড়া, বিরল মৃত্তিকা মৌলের সংখ্যা স্থির করিতেও মেণ্ডেলিয়েভের সারণী ব্যর্থ হয় এবং নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরিবারটির (শূন্য গ্রুপ) অস্তিত্ব সম্পর্কেও কোন ইঙ্গিত বা আভাষ ইহাতে ছিল না। পরে, এই নিষ্ক্রিয় মৌলগুলি আবিষ্কৃত হওয়ায় সর্বাধিক তড়িৎ-ধনাত্মক ক্ষারীয় ধাতুসমূহ এবং সর্বাধিক তড়িৎ-ঋণাত্মক হ্যালোজেন পরিবারের মধ্যবর্তী স্থানে ইহাদের ঠাঁই দিয়া সেতু রচনা করা হইয়াছে। এইজন্য ইহাদিগকে সন্ধিগত বা সেতুরচনাকারী (bridge) মৌলও বলা হয়।

(iii) **একই গ্রুপের এক সারিতে তিনটি করিয়া মৌল :** অষ্টম গ্রুপে মোট নয়টি মৌল তিনটি সারিতে আছে। বস্তুতঃ পরিবৃত্তি মৌল সম্পর্কে মেণ্ডেলিয়েভের ধারণা তেমন পরিষ্কার ছিল না।

(iv) **সমধর্মী মৌলের ভিন্ন গ্রুপে এবং ভিন্ন ধর্মী মৌলের একই গ্রুপে অবস্থান :** পরিবৃত্তি মৌলসমূহের (transitional elements) অবস্থান অস্বাভাবিক; ইহাদের অন্তর্ভুক্তির ফলে ধর্মের বৈসাদৃশ্য উপেক্ষা করিয়া কতকগুলি মৌলকে একই গ্রুপে স্থান দেওয়া হইয়াছে। যেমন—ক্ষারীয় ধাতু Li, Na, K ইত্যাদি এবং Cu, Ag, Au একই গ্রুপে (গ্রুপ I) বসানো হইয়াছে; হ্যালোজেনের সহিত ম্যাঙ্গানিজ একই গ্রুপে অর্থাৎ সপ্তম গ্রুপে স্থান পাইয়াছে যদিও ইহাদের মধ্যে প্রকৃত সাদৃশ্য কিছুই নাই। আবার সদৃশ ধর্মের হওয়া সত্ত্বেও কোন কোন ক্ষেত্রে ইহাদের বিভিন্ন গ্রুপে স্থান দেওয়া হইয়াছে। যেমন—কপার এবং মারকারির মধ্যে যথেষ্ট সাদৃশ্য থাকা সত্ত্বেও গ্রুপ Ib-তে কপার এবং গ্রুপ IIb-তে মারকারি বসানো হইয়াছে। সেইরূপে সমধর্মী Pb ও Ba এবং B ও Si-কে বিভিন্ন গ্রুপে স্থান দেওয়া হইয়াছে—উভয়ক্ষেত্রেই ধর্মের সাদৃশ্য উপেক্ষা করা হইয়াছে।

(v) **ইলেকট্রন বিন্যাস এবং মৌলের অবস্থানের ত্রুটি :** মেণ্ডেলিয়েভের সারণীতে মৌলের যে অবস্থান, তাহা হইতে অনেক ক্ষেত্রে ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যাখ্যা করা যায় না।

**ব্যাখ্যা :** পরমাণু-ক্রমাঙ্কের ভিত্তিতে সারণীর পূর্বোক্ত ত্রুটিগুলির ব্যাখ্যা বহুলাংশে পাওয়া যায়। সবচেয়ে হালকা মৌল হাইড্রোজেনের পরমাণু-ক্রমাঙ্ক 1 এবং লরেন্সিয়ামের পরমাণু-ক্রমাঙ্ক 103। পরমাণু-ক্রমাঙ্ক পূর্ণসংখ্যা এক এক করিয়া পরিবর্তিত হয় এবং আবিষ্কৃত এই 103টি মৌলের প্রতিটি মৌল নিজ নিজ পরমাণু-ক্রমাঙ্ক অনুসারে সারণীতে ঠাঁই পায়। পরমাণু-ক্রমাঙ্কই পর্যায় সারণীতে মৌলের ক্রমিক

সংখ্যা। স্পষ্টতঃই সারণীটিতে প্রতিটি মৌলের স্থান সুনির্দিষ্ট। সপ্তম পর্যায়টি অসম্পূর্ণ বলিয়া নূতন মৌল আবিষ্কারের সম্ভাবনা রহিয়া গিয়াছে।

পটাসিয়াম, নিকেল, আয়োডিন এবং প্রোটোঅ্যাক্টিনিয়ামের পরমাণু-ক্রমাঙ্ক যথাক্রমে আর্গন, কোবাল্ট, টেলুরিয়াম এবং থোরিয়ামের চেয়ে 1 বেশী। সুতরাং, পরমাণু-ক্রমাঙ্কের বিচারে উহাদিগকে পর্যায়-সারণীতে সঠিক স্থানেই বসানো হইয়াছে।

বিরল মৃত্তিকা মৌলরাজিকেও ঠাঁই দেওয়ায় কোন অসুবিধা হয় না ;—অন্যান্য মৌলের ন্যায় সারণীতে ইহাদের স্থানও সুনির্দিষ্ট। বিরল মৃত্তিকা মৌলগুলির সঠিক সংখ্যা 14 বলিয়া স্থিরীকৃত হইয়াছে ; 58 হইতে 71 পরমাণু-ক্রমাঙ্ক-বিশিষ্ট সকল মৌলই বিরল মৃত্তিকা মৌল।

অসদৃশ কিছু মৌলের একই গ্রুপে সহ-অবস্থান বা ধর্মের সাদৃশ্য থাকা সত্ত্বেও মৌলের বিভিন্ন গ্রুপে স্থান লাভ করার বিষয় পরমাণু-ক্রমাঙ্কের ভিত্তিতে বুঝিতে পারা যায়।

**হাইড্রোজেনের অবস্থান :**

হাইড্রোজেন এবং হিলিয়ামের পরমাণু-ক্রমাঙ্ক যথাক্রমে 1 এবং 2। সুতরাং হিলিয়ামের পূর্বে হাইড্রোজেন বসিবে। কিন্তু ক্ষারীয় ধাতু এবং হ্যালোজেন-গোষ্ঠীর সহিত ইহার সাদৃশ্য থাকায় উহাকে সারণীর একেবারে মাথায় বসানো হয়।

| পরমাণু-ক্রমাঙ্ক | ইলেকট্রন বিন্যাস |
|---|---|
| 9 | $1s^2\ 2s^2 2p^5 \longrightarrow$ তড়িৎ-ঋণাত্মক |
| 11 | $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^1 \longrightarrow$ তড়িৎ-ধনাত্মক |
| 16 | $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^4 \longrightarrow$ তড়িৎ-ঋণাত্মক |
| 30 | $1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^2 \longrightarrow$ তড়িৎ-ধনাত্মক |

| অরবিট্যাল | সর্বোচ্চ ইলেকট্রন-ধারণ ক্ষমতা |
|---|---|
| *s* | 2টি ( দুই ) |
| *p* | 6টি ( ছয় ) |
| *d* | 10টি ( দশ ) |

23. ব্যাখ্যাসহ টীকা লেখ :

(a) আয়নীয় বন্ধন, সমযোজী বন্ধন, অসমযোজী বন্ধন।

(b) বন্ধনের ধ্রুবীয়তা—ধ্রুবীয় এবং অধ্রুবীয় অণু।

(c) ব্যাখ্যা কর, কেন—(i) $CO_2$ অধ্রুবীয় কিন্তু $SO_2$ ধ্রুবীয়।

(ii) সাধারণ তাপমাত্রায় $H_2O$ একটি তরল কিন্তু $H_2S$ একটি গ্যাস।

(iii) অনার্দ্র HCl-এর চেয়ে অনার্দ্র HF-এর স্ফুটনাঙ্ক বেশি।

[ Write explanatory notes on :

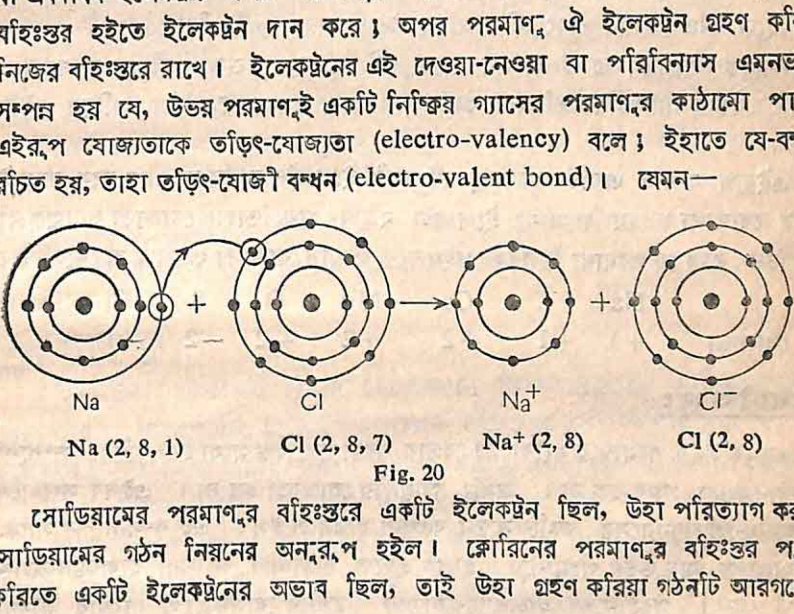
(a) Electrovalent bond, covalent bond, coordinate covalent bond.

(b) Polarity of bonds—polar and non-polar molecules.

(c) Explain why (i) $CO_2$ is non-polar but $SO_2$ is polar. (ii) $H_2O$ is a liquid at ordinary temperature but $H_2S$ is a gas at ordinary temperature, (iii) Boiling point of anhydrous HF is higher than anhydrous HCl.

উঃ। (a) <u>তড়িৎ-যোজী বন্ধন বা আয়নীয় বন্ধন ঃ</u>

কোন কোন ক্ষেত্রে দুইটি পরমাণুর সংযোগের সময় একটি পরমাণু হইতে এক বা একাধিক ইলেকট্রন অপর পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয়। একটি পরমাণু উহার বহিঃস্তর হইতে ইলেকট্রন দান করে ; অপর পরমাণু ঐ ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া নিজের বহিঃস্তরে রাখে। ইলেকট্রনের এই দেওয়া-নেওয়া বা পরিবিন্যাস এমনভাবে সম্পন্ন হয় যে, উভয় পরমাণুই একটি নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরমাণুর কাঠামো পায়। এইরূপ যোজ্যতাকে তড়িৎ-যোজ্যতা (electro-valency) বলে ; ইহাতে যে-বন্ধন রচিত হয়, তাহা তড়িৎ-যোজী বন্ধন (electro-valent bond)। যেমন—




Na (2, 8, 1) Cl (2, 8, 7) $Na^+$ (2, 8) Cl (2, 8)

Fig. 20

সোডিয়ামের পরমাণুর বহিঃস্তরে একটি ইলেকট্রন ছিল, উহা পরিত্যাগ করায় সোডিয়ামের গঠন নিয়নের অনুরূপ হইল। ক্লোরিনের পরমাণুর বহিঃস্তর পূর্ণ করিতে একটি ইলেকট্রনের অভাব ছিল, তাই উহা গ্রহণ করিয়া গঠনটি আরগনের অনুরূপ করিল।

সাধারণতঃ ধাতব পরমাণুর বহিঃস্তরে কম ইলেকট্রন থাকে ( 1 হইতে 3 ), সুতরাং উহারা ইলেকট্রন দান করে। যেহেতু ইলেকট্রন অপরাধর্মী, সেইজন্য ধাতুর পরমাণু ইলেকট্রন দান করিয়া পজিটিভ আয়নে বা ক্যাটায়নে পরিণত হয়। অধাতু ( যথা—ক্লোরিন, অক্সিজেন, …ইত্যাদি) পরমাণুর বহিঃস্তরে বেশী ইলেকট্রন থাকে, উহারা দুই-একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বহিঃস্তর পূর্ণ করে। ইলেকট্রন গ্রহণ করার ফলে উহারা নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়নে পরিণত হয়। এইজন্য এইরূপ যোজ্যতাকে **আয়নীয় যোজ্যতা** (ionic valency) এবং বন্ধনকে **আয়নীয় বন্ধন** (ionic bond) বলা হয়।

লিথিয়াম ও হাইড্রোজেন এইরূপ ইলেকট্রন-প্রতিবিন্যাসে হিলিয়ামের অনুরূপ গঠন

পায় এবং উহার ফলে বহিঃস্তরে দুইটি মাত্র ইলেকট্রন থাকে, উহাও সুস্থির গঠন ( হিলিয়ামের গঠন )।

$$\underset{(2,1)}{Li} + \underset{(1)}{H} = \underset{(2)}{Li^{+}} + \underset{(2)}{H^{-}}$$

অতএব বলা যায়, যে সংযোগের ক্ষেত্রে বিপরীতধর্মী পরমাণুগুলি এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণ ও বর্জন করিয়া যথাক্রমে ঋণাত্মক ও ধনাত্মক আয়নে পরিণত হইয়া নিষ্ক্রিয় গ্যাসের কাঠামো পায়, তাহাকে তড়িৎ-যোজ্যতা বা আয়নীয় যোজ্যতা বলে।

আয়নীয় যোজ্যতার ফলে দুই বিপরীতধর্মী আয়নের সৃষ্টি হয়; যেমন—সোডিয়াম ক্লোরাইডে $Na^{+}$-আয়ন এবং $Cl^{-}$-আয়ন তৈরী হয়। এই বিপরীতধর্মী আয়ন পারস্পরিক আকর্ষণে একত্র আবদ্ধ থাকে ($Na^{+}Cl^{-}$)। জলে দ্রবীভূত অবস্থায় বা গলিত অবস্থায় পারস্পরিক তড়িৎ-আকর্ষণ হ্রাস পায়, তখন আয়নগুলি বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে।

এইরূপ বন্ধনে একটি পরমাণু যে কয়টি ইলেকট্রন বর্জন বা গ্রহণ করে, তাহাই উহার যোজ্যতা। যে পরমাণু ইলেকট্রন বর্জন করে, তাহার যোজ্যতা ধনাত্মক বা পজিটিভ; আর যে পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ করে, তাহার যোজ্যতা ঋণাত্মক বা নেগেটিভ।

| | Na | K | Ca | Mg | O | S | Cl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| যোজ্যতা | +1 | +1 | +2 | +2 | −2 | −2 | −1 |

**সমযোজী বন্ধন :**

অনেক সময় পরমাণুর সংযোগের বেলায় পরমাণুগুলির মধ্যে ইলেকট্রনের সম্পূর্ণ দেওয়া-নেওয়া সম্ভব হয় না। অর্থাৎ, আয়নীয় যোজ্যতা হয় না। এইসব সংযোগে ইলেকট্রন-প্রতিবিন্যাসের একটি নূতন কল্পনা করেন লুইস। এই কল্পনা অনুসারে, সংযোজনের সময় উভয় পরমাণুর বহিঃস্তর হইতে ইলেকট্রন আসিয়া ইলেকট্রন-জোড় সৃষ্টি করে। পরমাণুদ্বয় ইলেকট্রন-জোড়কে সমভাবে যোজকরূপে ব্যবহার করিয়া প্রত্যেকেই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের কাঠামো লাভ করে। এইভাবে নিজ নিজ বাহিরের বেষ্টনীতে আটটি ইলেকট্রন-সংখ্যা পূর্ণ করে। অর্থাৎ, অষ্টক-বিধি মানে। যেমন—

দুইটি ক্লোরিন পরমাণুর সমবায়ে একটি ক্লোরিন অণু গঠিত। প্রতিটি ক্লোরিন পরমাণু একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন জোড় রচনা করে ( চিত্র 21 )। এই ইলেকট্রন-যুগলের উপর উভয় পরমাণুর অধিকার থাকে। এই ইলেকট্রন-জোড়ই পরমাণু-দুইটির মধ্যে বন্ধন সৃষ্টি করিয়াছে। ক্লোরিন-অণুতে ঐ ইলেকট্রন-

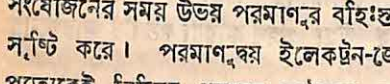


Fig. 21

জোড় উভয় পরমাণুর অন্তর্গত বলিয়া ধরা হয়। ফলে, উভয় পরমাণুর বহিঃস্তরে আটটি ইলেকট্রনের সমাবেশ ঘটিয়াছে। প্রত্যেকটি ক্লোরিন-পরমাণু নিষ্ক্রিয় আরগন পরমাণুর কাঠামো পাইয়াছে। স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে, হাইড্রোজেনের সুস্থির কাঠামো গঠিত হয় দুইটি ইলেকট্রনের দ্বারা ; একটি হাইড্রোজেন অণুতে সংশ্লিষ্ট হাইড্রোজেন পরমাণুদ্বয়ের প্রতিটি এক একটি ইলেকট্রন দান করিয়া একটি ইলেকট্রন জোড় গঠন করে। উভয় পরমাণুই সমভাবে এই ইলেকট্রন-জোড়কে ব্যবহার করিয়া নিষ্ক্রিয় হিলিয়ামের পরমাণুর কাঠামো ধারণ করে। ইলেকট্রনগুলি একটি পরমাণু হইতে অপর পরমাণুতে পুরোপুরি স্থানান্তরিত হয় না। কাজেই পরমাণুগুলির বিদ্যুৎ-মাত্রার কোন তারতম্য হয় না। এইরূপ যোজ্যতার নাম সমযোজ্যতা।

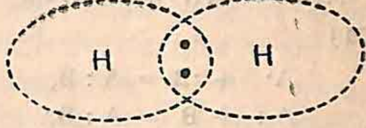


Fig. 22

**যে-রকম সংযোগে পরমাণুগুলির প্রত্যেকেই এক বা একাধিক ইলেকট্রন-জোড় যুগ্মভাবে ব্যবহার করিয়া নিষ্ক্রিয় গ্যাসের সুস্থির কাঠামো লাভ করে এবং প্রতিটি ইলেকট্রন-জোড় রচনায় সংশ্লিষ্ট প্রতিটি পরমাণু একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করে, তাহাকেই সমযোজ্যতা বলা হয় এবং ইহাতে যে বন্ধন রচিত হয়, তাহার নাম সমযোজী বন্ধন।**

**অসমযোজী বন্ধন ঃ**

সমযোজ্যতায় প্রত্যেকটি পরমাণু হইতে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন আসিয়া যোজক রচনা করে। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে আবার সংযোগের সময় বন্ধনীর জন্য যে যুগ্ম ইলেকট্রন প্রয়োজন উহা একটি পরমাণু হইতেই আসে, অপর পরমাণুটি কোন ইলেকট্রন দেয় না। কিন্তু দুইটি পরমাণুই ইলেকট্রন-যুগলের উপর সমান অধিকার বিস্তার করে এবং ইলেকট্রন-দুইটি সমযোজকের মতোই কাজ করে। দ্বিতীয় পরমাণুটি ইলেকট্রন পাইয়া বিচ্ছিন্ন হইয়া যায় না। এইরূপ সংযোগে যে-বন্ধনীর সৃষ্টি হয়, তাহাকে **অসমযোজী-বন্ধন** বলে। যে পরমাণু ইলেকট্রনযুগল দেয়, তাহাকে 'দাতা' (donor) এবং যে পরমাণু উহা গ্রহণ করে, তাহাকে 'গ্রহীতা' (acceptor) বলা হয়। এরকম সংযোগে অবশ্যই দাতার একজোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন থাকা চাই, যাহা অপর কাহারও সহিত যুক্ত নয়, যেমন—অ্যামোনিয়ার নাইট্রোজেন পরমাণু বা জলের অক্সিজেন-পরমাণুর আছে।

```
 H      H
 .×     .×
H×N:   H°O:
 ×.     ..
 H
```

আবার, গ্রহীতার সর্ববহিঃস্থ স্তরে দুইটি ইলেকট্রন-গ্রহণযোগ্য স্থান থাকাও প্রয়োজন।

সমযোজ্যতা এবং অসমযোজ্যতার পার্থক্য নিম্নলিখিত উপায়ে বোঝানো যাইতে পারে।

$A\cdot + \cdot B = A:B$, অথবা A—B ( সমযোজ্যতা )

$A: + B = A:B$, অথবা $A \rightarrow B$ ( অসমযোজ্যতা )

অসমযোজ্যতা নির্দেশ করিতে সচরাচর একটি 'তীর-চিহ্ন' ব্যবহৃত হয়। A দাতা পরমাণু এবং B গ্রহীতা। তীর-চিহ্ন গ্রহীতার অভিমুখী হয়।

অপর এক পদ্ধতিতে $A\delta^{+}—B\delta^{-}$ লিখিয়া ইহা প্রকাশ করা হয়। দাতা পরমাণু হইতে 2-টি ইলেকট্রনের আংশিক স্থানান্তরের দরুন উদ্ভূত তড়িৎ-আধানের প্রকৃতি ইহা নির্দেশ করে।

যে পরমাণুদ্বয় এইরূপ যোজ্যতা দ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহাদের উভয়েরই বহিঃস্তরে আটটি ইলেকট্রন ( হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে দুইটি ) স্থান পায়। যথা :—

বোরন ট্রাইফ্লুয়োরাইড $BF_3$-এর সহিত অ্যামোনিয়ার সংযোগ $BF_3.NH_3$ যৌগটি উৎপন্ন হয়। এখানে নাইট্রোজেন উহার নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনযুগল বোরন পরমাণুকে দান করে। নাইট্রোজেন এবং বোরন এই ইলেকট্রনযুগল সমভাবে ব্যবহার করিয়া নিজ নিজ বাহিরের কক্ষে আটটি ইলেকট্রনের সুস্থির ব্যবস্থা লাভ করে।

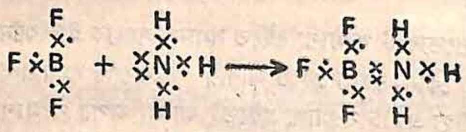



Fig. 23

**যদি সংযোগী পরমাণুগুলির একটি পরমাণু অপর পরমাণুকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন-জোড় দান করে এবং সংশ্লিষ্ট পরমাণু-সকল ঐ ইলেকট্রন-জোড়ের সম-অংশভাগী হইয়া নিষ্ক্রিয় গ্যাসের কাঠামো ধারণ করে, তবে যে-বন্ধন রচিত হয়, তাহাকে অসমযোজী বন্ধন বলে। রাসায়নিক সংযোগের এই পদ্ধতিকে অসমযোজ্যতা বলে।**

(b) <u>বন্ধনের ধ্রুবীয়তা :</u>

দুইটি সদৃশ বা অভিন্ন পরমাণু যদি সমযোজ্যতায় যুক্ত হয় (A – A) তাহা হইলে উভয় পরমাণুরই বন্ধনী-ইলেকট্রনজোড়ের উপর সমান অধিকার থাকে ; কারণ, দুই পরমাণুরই ইলেকট্রন-আকর্ষণ ক্ষমতা অর্থাৎ অপরাধর্মিতা সমান। ফলে, ইলেকট্রন-যুগল দুই পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ঠিক মধ্যস্থলে থাকে, A : A। দুইটি পরমাণুর তড়িৎমাত্রা সমান থাকে। এইরূপ বন্ধনকে **অধ্রুবীয় বন্ধন** বা non-polar bond বলে। এই যোজক বা বণ্ডের ধ্রুবীয়তা নাই। যেমন—

$$H : H \qquad :\ddot{Cl} : \ddot{Cl}: \qquad :N :: :N:$$
$$(H - H) \qquad (Cl - Cl) \qquad N \equiv N$$

দুইটি অসম পরমাণু (A এবং B) যদি সমযোজ্যতা দ্বারা যুক্ত হয়, তবে যে-পরমাণুর অপরাবিদ্যুৎধর্মিতা বেশী সেইটি বন্ধনী-ইলেকট্রনযুগলকে বেশী আকর্ষণ করিয়া কাছে টানিয়া লইবে। যদি A-এর অপরাবিদ্যুৎধর্মিতা অধিক হয় তাহা হইলে B হইতে দূরে এবং A-এর কাছে ইলেকট্রন-জোড় থাকিবে, (A : B)। পক্ষান্তরে, B-এর অপরাবিদ্যুৎধর্মিতা বেশী হইলে A হইতে দূরে এবং B-এর কাছে ইলেকট্রন-জোড় থাকিবে, (A : B)। ফলে, ইলেকট্রন-জোড় যে পরমাণুর বেশী সান্নিধ্যে থাকিবে সেই পরমাণুর প্রান্তে ইলেকট্রনের ঘনত্ব তথা অপরাবিদ্যুৎমাত্রার আধিক্য হইবে। অপরদিকের পরমাণুর প্রান্তে অপরাবিদ্যুৎমাত্রা হ্রাস পাওয়াতে পরাবিদ্যুৎ-মাত্রার আধিক্য হইবে। অর্থাৎ, বন্ধনীর একপ্রান্তে পজিটিভ এবং অপরপ্রান্তে নেগেটিভ মেরুর সৃষ্টি হইবে। এইরকম বন্ধনকে **ধ্রুবীয় বন্ধন** বা polar bond বলে। যেমন—H এবং F-এর বন্ধনে ফ্লুরিন অনেক বেশী অপরাবিদ্যুৎধর্মী, সুতরাং বন্ধনীর ইলেকট্রন-জোড়কে ফ্লুরিন অনেক বেশী আকর্ষণ করে (H : F)। এইজন্য ফ্লুরিন-প্রান্তে অপরাবিদ্যুৎ মাত্রার আধিক্য হয় এবং H-প্রান্তে পরাবিদ্যুৎমাত্রা দেখা দেয়। H – F যোজক বা বন্ডটি ধ্রুবীয়।

এইরকম ধ্রুবীয় বন্ধনে অধিক অপরাবিদ্যুৎধর্মী পরমাণুর মাথায় '–' চিহ্ন এবং পরাপ্রান্তের পরমাণুর মাথায় '+' চিহ্ন বসাইয়া ধ্রুবীয়তা নির্দেশ করা হয়। আবার কখনও কখনও পরাপ্রান্তের পরমাণুর মাথায় এবং অপরাপ্রান্তের পরমাণুর মাথায় যথাক্রমে δ+ এবং δ– (সামান্য তড়িতাধান) চিহ্ন দ্বারা ধ্রুবীয়তা বুঝানো হয়।

$$\overset{+}{H} - \overset{-}{F} \text{ কিংবা } \overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{F}$$

ইলেকট্রনযুগলের স্থানান্তর অনেক সময় তীরযুক্ত বন্ড দ্বারাও লেখা হয়ঃ—

$$H \longrightarrow F,\ H \longrightarrow Cl,\ O \longleftarrow C \text{ ইত্যাদি।}$$

অসম দুইটি পরমাণু যখনই সমযোজ্যতায় যুক্ত হইবে, উহাদের সংযোগী বন্ধন ধ্রুবীয় হইবেই। A এবং B পরমাণুদ্বয়ের অপরাবিদ্যুৎধর্মিতার পার্থক্য যত বেশী হইবে বন্ধন তত বেশী ধ্রুবীয় হইবে; অর্থাৎ, উহাতে তত বেশী আয়নীয় চরিত্র দেখা দিবে। ইহার অর্থ, সমযোজী বন্ধনের ধ্রুবন-মাত্রা অপরাবিদ্যুৎধর্মিতার উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন সমযোজী বন্ধনের আয়নীয় চরিত্রের পরিমাণের কয়েকটি দৃষ্টান্ত দেওয়া হইল ঃ

| | H–F | H–Cl | H–I | H–C |
|---|---|---|---|---|
| আয়নীয় চরিত্র ঃ | 43% | 19% | 4% | 4% |

সমপরমাণুর বন্ধনে (H – H, Cl – Cl) সর্বাধিক মাত্রায় সমযোজ্যতা দেখা যায়, সুতরাং, আয়নীয় চরিত্র প্রায় নাই।

HF, HCl ইত্যাদি ধ্রুবীয় অণু। কিন্তু $H_2$ বা $Cl_2$ অণু অধ্রুবীয়।

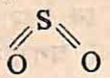
(c) কার্বন ডাই-অক্সাইড একটি রৈখিক অণু

$$O=C=O$$

ইহার প্রতিটি 'C—O' বন্ধন নিশ্চিতরূপে ধ্রুবীয়। কিন্তু সব কয়টি পরমাণু একই সরলরেখায় অবস্থিত থাকায়, প্রতিটি বন্ধনজাত দ্বিমেরু পরস্পর প্রশমিত হয়। ফলে, $CO_2$ অধ্রুবীয় অণু।

$$O \leftarrow\!\!\vdash C \dashv\!\!\rightarrow O$$

পক্ষান্তরে $SO_2$ একটি কৌণিক অণু



ফলে ইহা ধ্রুবীয়।

সালফারের চেয়ে অক্সিজেন অনেক বেশি তড়িৎ-ঋণাত্মক। ফলে, হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে জলের অনেক অণু একত্র সংগুণিত হইয়া থাকে, কিন্তু $H_2S$-এর পক্ষে হাইড্রোজেন বন্ধন রচনা করা সম্ভব হয় না। তাই, $H_2O$ স্বাভাবিক তাপমাত্রায় তরল কিন্তু $H_2S$ গ্যাসীয়।

অনার্দ্র HF হাইড্রোজেন বন্ধনের দরুন সংগুণিত অবস্থায় থাকে। কিন্তু ক্লোরিনের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা কম হওয়ায় HCl একক অণু হিসাবে থাকে। ফলে, অনার্দ্র HCl-এর চেয়ে অনার্দ্র HF-এর স্ফুটনাঙ্ক বেশি।

24. তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণী বলিতে কি বোঝ? কোন ধাতুর যৌগ হইতে ধাতুকে অপর কোন ধাতুর পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপনের নীতিটি কি?

ব্যাখ্যা কর কেন—

(a) বিশুদ্ধ ধাতুর উপর বায়ুমণ্ডলের কোন ক্রিয়া নাই, কিন্তু বাণিজ্যিক ধাতু সাধারণতঃ আক্রান্ত হয়।

(b) কপার পাতের ভিতর অ্যালুমিনিয়াম পিনের খোঁটা সহজেই বায়ুমণ্ডল দ্বারা আক্রান্ত হয়।

(c) কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত জলে নিমজ্জিত জিঙ্ক এবং কপারের পাত ক্ষয় পায়।

[ What is electrochemical series and the principle of displacement of one metal from its compound by another metal atom ?

Explain why :

(a) Pure metals are not affected by atmospheric agencies but technical metals are usually affected.

(b) An aluminium pin pegged through a copper sheet is easily affected by atmospheric agents.

(c) Zinc and copper plates immersed in water containing dissolved carbon dioxide undergoes corrosin. ]

উঃ। সকল মৌলের ইলেকট্রন বর্জন করার ক্ষমতা বা প্রবণতা সমান নয়। মৌলসমূহ ইলেকট্রন বর্জনে কত তৎপর প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভব তাহার মাত্রিক পরিমাপ। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রমাণ তড়িৎদ্বার বিভবের মান নির্দিষ্ট। এই মাত্রার, অর্থাৎ, ইলেকট্রন বর্জনের প্রবণতার নিম্নক্রম অনুসারে মৌলসমূহের যে সজ্জা তাহাকে তাড়িত রাসায়নিক শ্রেণী বলে। স্বভাবতঃই ইলেকট্রন-বর্জনে সবচেয়ে তৎপর মৌলটি সারণীর মাথায় অবস্থান করে।

**ধাতু-প্রতিস্থাপন ঃ** তাড়িত-রাসায়নিক শ্রেণীতে একটি ধাতু উহার নীচের কোন ধাতুর লবণের দ্রবণ হইতে ধাতুটিকে প্রতিস্থাপন করে। যেমন—একটি লোহার পাত কপার সালফেটের দ্রবণে রাখিলে আয়রন দ্রবিত হইয়া কপারকে প্রতিস্থাপিত করিবে, কারণ কপারের স্থান নীচে। কিন্তু আয়রন সালফেট দ্রবণে কপারের পাত রাখিলে কিছুই হইবে না, কারণ আয়রনের স্থান উপরে।

সেইরূপ সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে কপার রাখিলে সিলভার অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$$
$$2AgNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$
$$Pb(NO_3)_2 + Zn = Zn(NO_3)_2 + Pb$$

আয়রনের স্থান কপারের উপরে, অর্থাৎ আয়রনের তড়িৎদ্বার-বিভব বেশী তথা আয়নিত হওয়ার প্রবণতা বেশী ( কপারের তুলনায় ), সেইজন্যই আয়রন আয়নিত হইয়া কপারকে প্রতিস্থাপন করে।

শ্রেণীর নীচের দিকে ধাতুর লবণের দ্রবণে উপরের কোন ধাতু রাখিলে নীচের ধাতুটি দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

**ব্যাখ্যা ঃ** (a) বাণিজ্যিক ধাতুতে অবিশুদ্ধি থাকে। ফলে, ধাতুর গায়ে অসংখ্য ছোট ছোট সেলের (cell) সৃষ্টি হয়। ধাতু এবং অবিশুদ্ধি তড়িৎদ্বার হিসাবে কাজ করে—ধাতু অ্যানোড এবং ধাতুর চেয়ে কম তড়িৎ-ধনাত্মক অবিশুদ্ধি ক্যাথোড। আর, বায়ুমণ্ডলীয় জলীয় বাষ্পে বায়ুমণ্ডলের কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি দ্রবীভূত হয় এবং ঐ দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষ্য হিসাবে আচরণ করে। সেলের বিক্রিয়া চলিতে থাকে। অ্যানোডে ধাতু দ্রবীভূত হয়। এইভাবে ধাতু বায়ুমণ্ডল কর্তৃক আক্রান্ত হয়। বিশুদ্ধ ধাতুর ক্ষেত্রে ইহা ঘটে না বলিয়া উহা সাধারণত বায়ুমণ্ডলের আক্রমণ প্রতিরোধ করে।

(b) কপারের চেয়ে অ্যালুমিনিয়াম বেশি তড়িৎ-ধনাত্মক। বায়ুমণ্ডলীয় কার্বনিক অ্যাসিড ( কার্বন ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ ) ইত্যাদি তড়িৎ-বিশ্লেষ্য হিসাবে কাজ করে। অ্যালুমিনিয়াম অ্যানোড হিসাবে এবং কপার ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে। অ্যানোডে অ্যালুমিনিয়াম দ্রবীভূত হয়। এইভাবে কপার পাতে লাগানো অ্যালুমিনিয়ামের খোঁটা বায়ুমণ্ডল কর্তৃক আক্রান্ত হয়।

(c) এখানেও জিঙ্ক ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়ার কারণ বৈদ্যুতিক সেল গঠিত হওয়া। কপারের চেয়ে জিঙ্ক বেশি তড়িৎ-ধনাত্মক। কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া

জলের তড়িৎ-পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। কারণ ইহাতে $H^+$ আয়ন বৃদ্ধি পায়। জিঙ্ক অ্যানোড হিসাবে এবং কপার ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে। অ্যানোডে জিঙ্ক দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন নির্গত হয়।

$$Zn \rightarrow Zn^{++} + 2e$$
$$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$$

ফলে জিঙ্ক সহজেই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

25. ব্যাখ্যাসহ টীকা লেখ ঃ

(a) আকরিক এবং খনিজ ; (b) স্বতঃবিজারণ, তড়িৎ-বিজারণ এবং কার্বন-বিজারণ প্রক্রিয়াসমূহ ; (c) বিগালক এবং ধাতুমল ; (d) আকরিকের গাঢ়ীকরণ।

[ Write explanatory notes on :

(a) Ores and minerals ; (b) Self reduction, electrolytic reduction and carbon reduction process ; (c) Fluxes and slags ; (d) Concentration of ores. ]

উঃ। (a) অধিকাংশ ধাতুই নানা প্রকার যৌগিক পদার্থ হিসাবে পৃথিবীর পৃষ্ঠে বা উহার অভ্যন্তরে অবস্থান করে। প্রকৃতিজাত এই সকল যৌগিক পদার্থকে খনিজ (minerals) বলে। ইহারা অনেক সময় নানাপ্রকার পদার্থের সহিত মিশিয়া বিভিন্ন বর্ণের পাথরে পরিণত হইয়া প্রকৃতিতে অবস্থান করে। খনিজ যে কেবল যৌগিক পদার্থ হইবে, এমন কোন কথা নাই। প্রকৃতপক্ষে, প্রকৃতিজাত প্রাণহীন যৌগিক পদার্থ বা উপাদানকে খনিজ বলে। ইহা পৃথিবীর জল, মাটি বা শিলার ভিতরই অবস্থান করে। ধাতুর খনিজে একাধিক ধাতু থাকিতে পারে ; যেমন—ডলোমাইট $MgCO_3$, $CaCO_3$ ; কপার পাইরাইটিজ $CuFeS_2$ ইত্যাদি।

ধাতুর খনিজের একটি বৈশিষ্ট্য আছে। ইহাদের রাসায়নিক উপাদানগুলি অপরিবর্তনীয় বা স্থির নির্দিষ্ট। যেমন—বক্সাইট পাথরে সর্বদাই সোদক অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড $Al_2O_3, 2H_2O$ থাকে। স্বভাবতঃই এই সকল যৌগিক পদার্থ নানা রকমের হইতে পারে।

ধাতব খনিজকে আমরা সাধারণভাবে আকরিকও (ore) বলিয়া থাকি ; যদিও আকরিক এবং খনিজ ভিন্ন অর্থবোধক শব্দ। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, খনিজের সহিত নানারকমের অপ্রয়োজনীয় পদার্থ, যথা—কাঁকর, বালু, মাটি ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। সব খনিজ হইতে প্রয়োজনীয় ধাতু নিষ্কাশন করা সম্ভব হয় না বা হইলেও নিষ্কাশন কঠিন এবং ব্যয়সাধ্য হয়। যে-খনিজ হইতে অপেক্ষাকৃত সুবিধায় এবং প্রতিযোগিতার উপযোগী ব্যয়ে অর্থাৎ লাভজনক উপায়ে কোন ( এক বা একাধিক ) ধাতু-নিষ্কাশন (extraction) করা সম্ভব, তাহাকে ঐ বিশেষ ধাতুর আকরিক বলে। যেমন—হিমাটাইট লোহার আকরিক কিন্তু আয়রন পাইরাইটিজ আকরিক নহে।

আয়রন পাইরাইটিজ লৌহ-বিগলনের পক্ষে উপযুক্ত নহে, পক্ষান্তরে হিমাটাইট হইতে লাভজনক উপায়ে লোহা উৎপাদন করা হয়।

(b) **স্বতঃবিজারণ পদ্ধতি ঃ**

কোন কোন সালফাইড জাতীয় আকরিককে প্রথমে আংশিকভাবে তাপজারিত করা হয়। ইহার ফলে সালফাইডের খানিকটা অক্সাইডে বা সালফেটে এবং কোন কোন ধাতুর ক্ষেত্রে অংশতঃ দুইটি যৌগেই পরিণত হয়। আর অবশিষ্ট অংশ অপরিবর্তিত থাকিয়া যায়। পরবর্তী বিগলন প্রক্রিয়ার সময় অক্সাইড এবং সালফেট এই অপরিবর্তিত সালফাইড কর্তৃক বিজারিত হয়। এই পদ্ধতিকে **স্বতঃবিজারণ** পদ্ধতি বলা হয়। কারণ, এখানে বাহির হইতে কোন বিজারক যোগ করা হয় না, সালফাইড নিজেই বিজারকের কাজ করে। এই পদ্ধতির দৃষ্টান্ত হিসাবে কপার গ্ল্যান্স (Glance) হইতে কপার নিষ্কাশন উল্লেখ করা হইল।

**উদাহরণ।**

**কপার গ্ল্যান্স হইতে কপার**

আংশিক তাপজারণ $\left\{\begin{array}{l}2Cu_2S+3O_2\\ \quad =2Cu_2O+2SO_2\end{array}\right.$ স্বতঃবিজারণ $\left\{\begin{array}{l}Cu_2S+2Cu_2O\\ \quad =6Cu+SO_2\end{array}\right.$

**তড়িৎ বিজারণ-পদ্ধতি ঃ** যে সব ধাতু বেশি তড়িৎ-ধনাত্মক এবং যাহাদের অক্সিজেনের প্রতি আসক্তি সর্বাধিক, প্রধানতঃ সেই সব ক্ষেত্রে ধাতু-উৎপাদনে তড়িৎ-বিজারণ পদ্ধতি প্রয়োজন হয়। কারণ, উহাদের অক্সাইড খুবই সুস্থিত, ফলে কার্বন-বিজারণ খুবই কষ্টসাধ্য এবং অনেক সময় সম্ভব নয়। ক্ষার ধাতু (Na, K,···), মৃৎক্ষার ধাতু (Ca, Ba), অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি তড়িৎ-বিশ্লেষণ সাহায্যে উৎপাদন করা হয়।

ধাতুর লবণকে বা ধাতুর অন্য কোন যৌগ, যথা—অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড ইত্যাদিকে দ্রাবিত বা বিগলিত অবস্থায় তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া ধাতুটি প্রস্তুত করা হয়। ক্যাথোডে ধাতব আয়ন ধাতুতে বিজারিত হয়। যেমন—বিগলিত NaCl ( বা NaOH )-এর ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহ চালনা করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম উৎপন্ন হয়।

বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের ক্ষেত্রে নিষ্কাশন নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা হয়।

$$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$$

ক্যাথোডে, $Na^+ + e^- \rightarrow Na$ অ্যানোডে, $Cl^- - e^- = Cl$

$$Cl + Cl = Cl_2\uparrow$$

এখানে বলা দরকার যে, ধাতুর যৌগটি যদি সহজে না গলে তবে উহার সহিত অন্য কোন উপযুক্ত পদার্থ মিশাইয়া উহার গলনাঙ্ক কমানো হয়। যেমন—সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক খুব বেশি ; উহার সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশাইলে মিশ্রণ অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় গলে। বস্তুতঃ, গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের পরিবর্তে

এই গলিত মিশ্রণ তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া সোডিয়াম প্রস্তুত করা হয়। আবার, গলিত যোগ যদি বিশেষ তড়িৎবাহী না হয়, তবে অন্য কোন উপযুক্ত তড়িৎবাহী তরলে দ্রবীভূত করিয়া লইতে হয়। যেমন—বিশুদ্ধ বক্সাইটের ($Al_2O_3$) সহিত ফ্লুয়োরস্পার ($CaF_2$) মিশাইয়া গলনাঙ্ক কমানো হয় এবং উহাকে গলিত ক্রায়োলাইটে দ্রবীভূত করিয়া তড়িৎ-পরিবাহী করা হয়। উৎপন্ন মিশ্রণের ভিতর তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিয়া তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া অ্যালুমিনিয়াম প্রস্তুত করা হয়।

**কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি:** তড়িৎ-রাসায়নিক বৈভব শ্রেণীতে অ্যালুমিনিয়ামের নীচে অবস্থানকারী ধাতুগুলি সাধারণতঃ সবচেয়ে সুলভ বিজারক কার্বন দ্বারা ধাতুর অক্সাইড বিজারিত করিয়া প্রস্তুত করা হয়। লোহা, জিঙ্ক ইত্যাদি ইহার প্রকৃষ্ট উদাহরণ। এই পদ্ধতিকে **কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি** বলে।

**উদাহরণ:**

**অক্সাইড আকরিক:** বিচূর্ণ কপার অক্সাইড আকরিকের সহিত কোকের গুঁড়া মিশাইয়া উপযোগী চুল্লীতে উত্তপ্ত করিলে কপার উৎপন্ন হয়: $CuO + C = Cu + CO$। লোহাও অক্সাইড আকরিক হিমাটাইট হইতে এই পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়। কার্বন ও কার্বনের জারণে উৎপন্ন CO উভয়েই এক্ষেত্রে বিজারক হিসাবে কাজ করে।

$$Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO \; ; \; Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

**সালফাইড ও কার্বনেট আকরিক:** সালফাইড ও কার্বনেট আকরিক হইতে এই পদ্ধতিতে ধাতু নিষ্কাশন করিতে হইলে সালফাইড ও কার্বনেটকে প্রথমে ভস্মীকরণ ও তাপজারণ প্রক্রিয়া দ্বারা অক্সাইডে পরিণত করা হয়।

জিঙ্ক ব্লেন্ড, $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$ ;

ক্যালামাইন, $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$

উৎপন্ন ধাতব অক্সাইডকে কোকের সহিত মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হয় এবং ইহার ফলে ধাতুটি উৎপন্ন হয়: $ZnO + C = Zn + CO$

(c) <u>বিগালক ও ধাতুমল:</u>

ধাতুর খনিজে যে সকল অপ্রয়োজনীয় পদার্থ, যেমন—কাঁকর, বালি ইত্যাদি থাকে, উহাদিগকে খনিজমল বলে।

খনিজমল অপসারণ করার জন্য চুল্লীর চার্জের সহিত যে-পদার্থ মিশান হয়, তাহাকে বিগালক (flux) বলে। ইহা আকরিকের অপদ্রব্য তথা খনিজমলের সহিত যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে; উৎপন্ন যৌগের গলনাঙ্ক খনিজমলের চেয়ে কম এবং উহা চুল্লীর উষ্ণতায় গলিত অবস্থায় থাকে।

খনিজমল ও বিগালকের সংযোগে অপেক্ষাকৃত সহজ গলনীয় এই যে পদার্থ উৎপন্ন হয়, তাহাকে ধাতুমল (slag) বলে।

সুতরাং, খনিজমল + বিগালক = ধাতুমল

গলিত ধাতু ( বা ধাতুর যৌগ ) এবং ধাতুমল পরস্পর অমিশ্রণীয়। গলিত ধাতুমল অপেক্ষাকৃত হাল্‌কা বলিয়া ইহা উপরের স্তরে ভাসিয়া ওঠে। স্বভাবতঃই ইহা নিচের স্তরকে ( ধাতু বা ধাতব যৌগ ) বায়ুর জারণের হাত হইতে রক্ষা করে। ধাতুমল এবং ধাতু ( বা ধাতব যৌগ ) পৃথকভাবে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

কি প্রকারের বিগালক মিশাইতে হইবে তাহা খনিজমলের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। ক্ষারকীয় খনিজমলের ক্ষেত্রে আম্লিক বিগালক এবং আম্লিক খনিজমলের ক্ষেত্রে ক্ষারকীয় বিগালক প্রয়োজন। যেমন কোন ধাতুর আকরিকে সিলিকা থাকিলে বিগালক হিসাবে চুন ব্যবহার করা যাইতে পারে।

লোহা নিষ্কাশনের বিগলন প্রক্রিয়াতে আম্লিক খনিজমল সিলিকা অপসারণের জন্য ক্ষারকীয় বিগালক চুন ব্যবহার করা হয়। চুনের সহিত সিলিকার বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন হয় ; $CaO + SiO_2 = CaSiO_3$। খনিজমল সিলিকা সহজে গলে না। কিন্তু ক্যালসিয়াম সিলিকেট অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতাতেই গলিয়া ধাতুমল হিসাবে ধাতু হইতে পৃথক হইয়া পড়ে। আবার কপার পাইরাইটিজ হইতে ক্ষারকীয় অপদ্রব্য ফেরাস অক্সাইড অপসারণ করিবার জন্য কপার নিষ্কাশনের প্রক্রিয়াতে আম্লিক পদার্থ সিলিকা বিগালক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। সিলিকার সহিত ফেরাস অক্সাইড যুক্ত হয় এবং ফেরাস সিলিকেট ধাতুমল উৎপন্ন হয় ; $FeO + SiO_2 = FeSiO_3$। গলিত এই ধাতুমল ভাসিয়া ওঠে।

(d) <u>গাঢ়ীকরণ</u> (Concentration or dressing) :

আকরিকের সহিত নানাপ্রকার অপদ্রব্য কম-বেশী মিশ্রিত থাকে। অনেক সময়ই অপেক্ষাকৃত ব্যয়সাপেক্ষ প্রক্রিয়াসমূহ প্রয়োগ করিবার পূর্বে আকরিক হইতে খনিজমল (gangue) যতদূর সম্ভব অপসারণ করা হয়। আকরিক এবং খনিজমলের প্রকৃতির উপর নির্ভর করিয়া এই জন্য সাধারণতঃ নিম্নবর্ণিত এক বা একাধিক পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়।

(i) **অভিকর্ষ-পদ্ধতি** (Gravity separation) : চূর্ণ আকরিককে জল-প্রবাহে ধৌত করা হয়। অপেক্ষাকৃত হাল্‌কা খনিজমল জলবাহিত হইয়া অপসারিত হয়। ভারী আকরিক পড়িয়া থাকে। টিনের আকরিক টিন স্টোন এই পদ্ধতিতে গাঢ় করা হয়।

(ii) **চৌম্বক পদ্ধতি** (Magnetic separation) : কোন কোন ক্ষেত্রে আকরিক এবং অপদ্রব্যের চৌম্বক ধর্মে পার্থক্য দেখা যায়। এই ধর্ম কাজে লাগাইয়া আকরিক এবং উহার অপদ্রব্য পৃথক করা হয়। বিচূর্ণ আকরিককে এক শক্তিশালী চুম্বক-ক্ষেত্রের মধ্য দিয়া চালিত করা হয়। চুম্বক তখন চৌম্বকধর্মী পদার্থকে আকর্ষণ করিয়া উহাকে আলাদা করিয়া দেয়। টিনের আকরিক টিন স্টোন হইতে তড়িৎ চুম্বকের সাহায্যে চুম্বকধর্মী উলফ্রেমাইট পৃথক্ করা হয়।

(iii) **তেল-ভাসমান পদ্ধতি** (Oil floatation process) : চূর্ণ আকরিকের

সহিত জল, একটু তেল, যেমন—পাইন তেল বা ইউক্যালিপ্টাস তেল, সোডিয়াম জ্যান্থেট ইত্যাদি মিশান হয়। নীচ হইতে ঐ মিশ্রণের ভিতর বায়ু-প্রবাহ চালনা করিয়া উহাকে আলোড়িত করা হয়। আকরিক চূর্ণ তেলসিক্ত হইয়া উৎপন্ন ফেনার সহিত ভাসিয়া ওঠে। পক্ষান্তরে বালি, মাটি এবং অন্যান্য অপদ্রব্য তথা খনিজমল জলদ্বারা

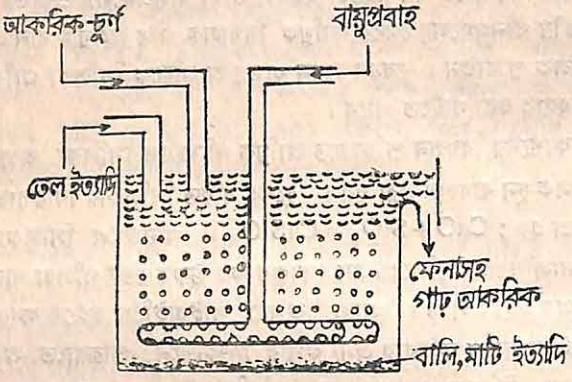



Fig. 24 : তেল ভাসমান পদ্ধতিতে আকরিকের গাঢ়ীকরণ

সিক্ত হইয়া নীচে থিতাইয়া পড়ে। ফেনা হইতে আকরিক সংগ্রহ করা হয়। সালফাইড আকরিকের ক্ষেত্রেই এই পদ্ধতি বিশেষভাবে কাজে আসে। লেডের আকরিক গ্যালেনা, জিঙ্কের আকরিক জিঙ্ক ব্লেণ্ড এই পদ্ধতিতে গাঢ় করা হয়।

খনিজমল অপসারিত হওয়ার দরুন ধাতুর অনুপাত বাড়ে এবং এইভাবে খনিজমল অপসারণ করাকে আকরিকের গাঢ়ীকরণ বলে।

**26. NaCl হইতে কিভাবে সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়? NaCl-এর জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ চালনা করিয়া সোডিয়াম নিষ্কাশন করা যায় না কেন? সোডিয়াম নিষ্কাশনের ডাউন্‌স পদ্ধতিতে অনার্দ্র $CaCl_2$ ব্যবহার করা হয় কেন? ক্যাথোডে এবং অ্যানোডে কি বিক্রিয়া ঘটে লেখ। অ্যামালগাম বা পারদসংকর বলিতে কি বোঝ? সোডিয়াম পারদসংকর কিভাবে প্রস্তুত করা হয়?**

[ How is metallic sodium extracted from NaCl ? Why metallic sodium can not be extracted by the passage of electricity through an aqueous solution of NaCl ? Why anhydrous $CaCl_2$ is used in the Down's process of sodium extraction ? Give the reactions taking place at the cathode and anode. What is an amalgam ? How is sodium amalgam prepared ? ]

**উঃ। <u>সোডিয়াম নিষ্কাশন</u> :**

সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া ডাউন্‌স পদ্ধতিতে সোডিয়াম নিষ্কাশন করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত উপযুক্ত অনুপাতে ক্যালসিয়াম

ক্লোরাইড মিশান হয়। NaCl এবং $CaCl_2$-এর মিশ্রণটিকে একটি লোহার পাত্রে প্রথমে বাহিরের তাপ-প্রয়োগে গলানো হয়। পরে বিদ্যুৎ-প্রবাহেই উহা গলিত অবস্থায় থাকে।

লোহার পাত্রটির ভিতর দিকে অগ্নিসহ ইটের আবরণ থাকে এবং নীচ হইতে একটি প্রশস্ত কার্বন-দন্ড পাত্রের ভিতরে প্রবেশ করানো থাকে। কার্বন-দণ্ডটি অ্যানোডের কাজ করে এবং ইহা হইতে অল্প দূরে ইহার শীর্ষদেশকে ঘিরিয়া লোহার একটি বলয়াকৃতি চোঙ্ থাকে। লোহার এই চোঙ্‌কে ক্যাথোড হিসাবে ব্যবহার করা হয়। লোহার তারজালির আবরক দ্বারা ক্যাথোডকে অ্যানোড হইতে পৃথক করিয়া রাখা হয়। অ্যানোডের মাথার উপরে শঙ্কুর আকারে ঢাকনা থাকে এবং ইহার উপরের প্রান্তে গ্যাস-নির্গমনের নল আছে। ঢাকনাটির কিনারা বরাবর একটি বলয়াকৃতি দ্রোণী উপুড় করিয়া রাখা থাকে। ইহা সোডিয়াম সংগ্রাহক হিসাবে কাজ করে এবং ইহারই কিনারা

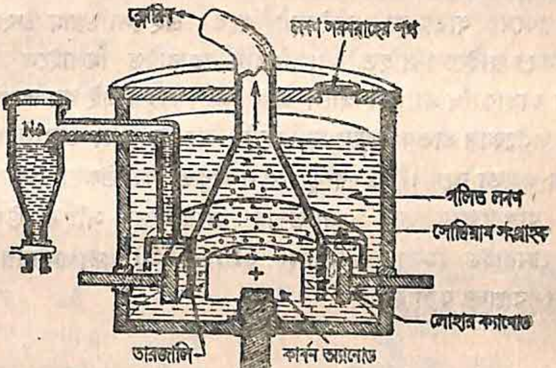



Fig. 25 : ডাউন্‌স পদ্ধতি

হইতে পূর্বোক্ত তারজালি ঝুলানো হয়। একটি নলের মাধ্যমে এই সংগ্রাহকের সহিত কোষের বাহিরে অবস্থিত গ্রাহকপাত্র যুক্ত থাকে। তড়িৎ-বিশ্লেষণকালে সোডিয়াম সংগ্রাহকে গলিত সোডিয়াম সংগৃহীত হয়। কোষের গলিত মিশ্রণের চেয়ে সোডিয়াম হাল্‌কা বলিয়া উপুড় করিয়া রাখা সংগ্রাহকে ইহা ভাসমান অবস্থায় জমিতে থাকে। কিন্তু কোষের ভিতরে মিশ্রণের উচ্চতা এইরূপ বজায় রাখা হয়, যাহাতে সংগ্রাহক হইতে সোডিয়াম বাহিরের গ্রাহকপাত্রে চলিয়া আসে। গলিত ধাতুকে পরিস্রুত ( filter ) করিয়া নাইট্রোজেন পরিবেশে ড্রামে সংরক্ষণ করা হয়। আর অ্যানোডে উৎপন্ন ক্লোরিন অ্যানোডের শঙ্কু আকৃতির আবরণের মধ্যে সংগৃহীত হয় এবং নির্দিষ্ট নির্গমপথে বাহির হয়। উপজাত এই ক্লোরিন—বিশুদ্ধ। ইহাকে সংরক্ষণ করা হয় এবং তরলে পরিণত করিয়া লোহার সিলিন্ডারে করিয়া অন্যান্য শিল্পের প্রয়োজনে চালান দেওয়া হয়।

NaCl-এর জলীয় দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে সোডিয়াম পাওয়া যায় না। এক্ষেত্রে ক্যাথোডে সাধারণতঃ সোডিয়ামের পরিবর্তে হাইড্রোজেন নির্গত হয়। কারণ, তড়িৎ-রাসায়নিক বৈভব শ্রেণীতে হাইড্রোজেনের অবস্থান সোডিয়ামের নীচে।

অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার করার কারণ ঃ

সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক ৮01° কিন্তু এই উষ্ণতায় তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিতে গেলে কতকগুলি অসুবিধার সম্মুখীন হইতে হয়। এই অসুবিধাগুলি দূর করা যায় না।

যেমন—(১) 800° ডিগ্রীর অধিক তাপমাত্রায় ক্লোরিন এবং অপরিবর্তিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্বারা তড়িৎ-বিশ্লেষক কোষের উপাদানগুলি সহজেই আক্রান্ত হয়। (২) সোডিয়ামের স্ফুটনাঙ্ক 883° এবং ফলে উৎপন্ন সোডিয়াম উদ্বায়িত হইতে পারে। (৩) এই উচ্চ উষ্ণতায় ধাতব সোডিয়াম গলিত লবণের সহিত মিশিয়া কলয়েডে পরিণত হয় এবং এক রকমের 'ধাতব কুয়াশাও' সৃষ্টি করে। এই সোডিয়াম উদ্ধার করা কঠিন।

সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশাইলে গলনাঙ্ক কমিয়া 600° ডিগ্রীর কাছাকাছি নামিয়া আসে এবং অপেক্ষাকৃত এই কম তাপমাত্রাতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে, কোন ধাতব কুয়াশার সৃষ্টি হয় না এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ক্লোরিনের ক্ষয়-ক্ষমতা কমে। উপরন্তু অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতা বজায় রাখিতে খরচও কম পড়ে। বাস্তবক্ষেত্রে তাই সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত উপযুক্ত পরিমাণে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশান হয় এবং 610°—650° তাপমাত্রায় ইহাদের গলিত মিশ্রণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয়।

বিক্রিয়া ঃ

গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িৎ-পরিবাহী—উহা সোডিয়াম আয়ন ($Na^+$) এবং ক্লোরাইড আয়নে ($Cl^-$) আয়নিত হয়। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে $Na^+$ আয়ন ক্যাথোডে এবং $Cl^-$ আয়ন অ্যানোডে যাইয়া যথাক্রমে সোডিয়াম এবং ক্লোরিন পরমাণুতে পরিণত হয়। ক্লোরিন পরমাণুগুলি পরিশেষে দ্বি-পরমাণুক ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়।

$$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$$

ক্যাথোডে ঃ $Na^+ + e^- = Na$ অ্যানোডে ঃ $Cl^- - e^- = Cl$

$$Cl + Cl = Cl_2$$

সুতরাং, গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে ক্যাথোডে ধাতব সোডিয়াম এবং অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।

পারদ-সংকর ঃ

সংকর ধাতু বা ধাতুসংকর একটি ধাতব পদার্থ—ইহা দুই বা ততোধিক মৌল দ্বারা গঠিত এবং এই উপাদানগুলির কমপক্ষে একটি অবশ্যই ধাতু। সাধারণ ইস্পাত,

আয়রন এবং কার্বনের দ্বি-মৌলিক (binary) ধাতুসংকর। পিতল, কাঁসা, গিনি সোনা ইত্যাদি অতি পরিচিত ধাতুসংকর। ধাতুসংকরের একটি উপাদান পারদ হইলে ধাতুসংকরকে পারদসংকর বলে। পারদ-সংকরকে সাধারণভাবে M/Hg লিখিয়া প্রকাশ করা হয় ; M চিহ্ন দ্বারা অন্য ধাতব উপাদানকে বুঝানো হয়।

**সোডিয়াম পারদ-সংকর :**

পারদ তথা মারকারির ভিতর সোডিয়াম প্রবেশ করানো হয়। পারদে সোডিয়াম দ্রবীভূত হয় এবং সোডিয়াম পারদ-সংকর উৎপন্ন হয়।

**27. ম্যাগনেসিয়ামের লবণ হইতে কিভাবে ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুত করা হয়? সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলি উল্লেখ করিয়া পদ্ধতিটি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।**

[ How is metallic magnesium produced from its salts ? Briefly describe the process indicating the reactions taking place during its isolation. ]

উঃ। ম্যাগনেসিয়ামের লবণ ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ম্যাগনেসিয়াম উৎপাদন করা হয়।

অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড এবং সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলিত মিশ্রণ তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশাইলে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক কমে এবং তড়িৎ-পরিবাহিতা বাড়ে।

**যন্ত্র ও পদ্ধতি :** লোহার একটি আবদ্ধ আয়তাকার পাত্রে তড়িৎ-বিশ্লেষণ প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। এই পাত্রটিকে সরাসরি ব্যাটারীর ঋণাত্মক মেরুর সহিত যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়, ফলে উহা ক্যাথোডরূপে কাজ করে। লোহার পাত্রের ঢাকনার মধ্য দিয়া একটি পোর্সেলীনের নল গলিত ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের ভিতর আংশিকভাবে নিমজ্জিত থাকে। এই পোর্সেলীনের নলের ভিতর ছবিতে যেভাবে দেখানো হইয়াছে ঐভাবে একটি গ্রাফাইট দন্ড ঢোকানো থাকে এবং ইহা ব্যাটারীর ধনাত্মক মেরুর সহিত যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। ফলে, গ্রাফাইটদন্ড অ্যানোডরূপে কাজ করে। ম্যাগনেসিয়াম অতি সহজেই বায়ুর অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেনের সহিত ক্রিয়া

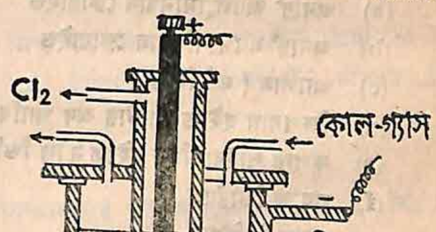



Fig. 26 : তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশন

করে বলিয়া লোহার পাত্রের বায়ু কোল-গ্যাস বা হাইড্রোজেন গ্যাসের প্রবাহে প্রতিস্থাপিত করা হয়। পাত্রের ভিতর 700°C উষ্ণতা বজায় রাখা হয়।

তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে অ্যানোডে উৎপন্ন হয় ক্লোরিন এবং উহা পোর্সেলীনের নলের ভিতর দিয়া নির্গম পথে ( Fig. 26 ) বাহির হইয়া যায়। আর ক্যাথোডে উৎপন্ন হয় ম্যাগনেসিয়াম ; উহা তরল ক্লোরাইডের উপরে ভাসিয়া ওঠে। ম্যাগনেসিয়ামের গলনাঙ্ক (651°) পাত্রের ভিতরের উষ্ণতার চেয়ে কম বলিয়া উহা গলিত অবস্থায় থাকে এবং উহাকে বাহির করিয়া আনা হয়।

বিক্রিয়া : $MgCl_2 \rightleftharpoons Mg^{++} + 2Cl^-$

ক্যাথোডে — $Mg^{++} + 2e^- = Mg$

অ্যানোডে — $2Cl^- - 2e^- = 2Cl$

$2Cl = Cl_2$

বিঃ দ্রঃ—ম্যাগনেসিয়াম বর্তমান পাঠ্যক্রমের অন্তর্ভুক্ত নহে।

28. **নিম্নলিখিত ধাতুসমূহের গুরুত্বপূর্ণ আকরিকগুলির নাম ও সঙ্কেত লেখ : (a) ম্যাগনেসিয়াম, (b) অ্যালুমিনিয়াম, (c) কপার, (d) জিঙ্ক।**

**উপরোক্ত প্রতিটি ধাতু উহাদের গুরুত্বপূর্ণ এক-একটি আকরিক হইতে কিভাবে উৎপাদন করা হয় তাহা বর্ণনা কর।**

**কিভাবে প্রস্তুত করিবে ?—**

(a) **অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড**

(b) **অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড**

(c) **অ্যালাম ( ফট্‌কিরি )**

(d) **জিপসাম হইতে প্লাস্টার অব প্যারিস**

(e) **কপার পাইরাইটিস হইতে নীল ভিট্রিয়ল**

(f) **সবুজ ভিট্রিয়ল**

(g) **সাদা ভিট্রিয়ল**

**ইহাদের প্রত্যেকের গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহারসমূহ বিবৃত কর।**

[Give the names and formulae of the important ores of :

(a) magnesium, (b) aluminium, (c) copper, (d) zinc.

Describe how each of the above metals is isolated from one of its important ores.

How would you prepare ?—

(a) Anhydrous aluminium chloride

(b) Anhydrous magnesium chloride

(c) Alum

(d) Plaster of paris from gypsum
(e) Blue vitriol from copper pyrites
(f) Green vitriol
(g) White vitriol
State the important uses of each of them.]

উঃ। (a) ম্যাগনেসিয়ামের আকরিক—
ডলোমাইট $CaCO_3, MgCO_3$
কার্নালাইট $KCl, MgCl_2, 6H_2O$

(b) অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক—
বক্সাইট $Al_2O_3 . 2H_2O$
ক্যাওলিন $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$

(c) কপারের আকরিক—
কপার পাইরাইটিজ, $CuFeS_2$
ম্যালাকাইট $CuCO_3, Cu(OH)_2$

(d) জিঙ্কের আকরিক—
জিঙ্ক ব্লেড $ZnS$
ক্যালামাইন $ZnCO_3$

ম্যাগনেসিয়ামের প্রস্তুতি ঃ 27-নং প্রশ্নোত্তর দেখ।

অ্যালুমিনিয়ামের প্রস্তুতি ঃ

বক্সাইট হইতে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন করা হয়। বক্সাইটে প্রধানতঃ আয়রন অক্সাইড ও সিলিকা এবং অল্প কিছু টাইটেনিয়াম ডাই-অক্সাইড অপদ্রব্য হিসাবে থাকে।

বিবরণ ঃ

বক্সাইট হইতে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের পদ্ধতিটিকে তিনটি পর্যায়ে বিভক্ত করা যায়।

(ক) বক্সাইট শোধন।
(খ) বিশুদ্ধ বক্সাইটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ।
(গ) উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়ামের তড়িৎ-বিশোধন।

বক্সাইট শোধন ঃ

**বায়ার পদ্ধতি ঃ** বক্সাইটে অল্প পরিমাণে সিলিকা থাকিলে (শতকরা 7 ভাগের কম) বায়ার পদ্ধতিতে শোধন করা যায়। ভস্মীভূত বক্সাইট চূর্ণ কস্টিক সোডার গাঢ় দ্রবণের সহিত মিশাইয়া অটোক্লেভে 80 পাউন্ড চাপে 150°C উষ্ণতায় 2 হইতে

8 ঘণ্টা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। কস্টিক সোডায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়াম অ্যালুমিনেটে পরিণত হয়।

$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$$

কিন্তু ফেরিক অক্সাইড, টাইটেনিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত হয় না এবং সিলিকা অদ্রাব্য সোডিয়াম অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়। সুতরাং, এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অধিক সিলিকা সমন্বিত বক্সাইটের শোধন লাভজনক নহে। (বেশি সিলিকা থাকিলে সারপেক (Serpek) পদ্ধতি প্রয়োগ করা যায়।) কস্টিক সোডার পূর্ববর্ণিত ক্রিয়ার সমাপ্তির পরে মিশ্রণটির সহিত জল মিশাইয়া উহাকে লঘু করা হয় এবং ছাঁকিয়া অদ্রাব্য পদার্থগুলি অপসারিত করা হয়।

পরিস্রুত দ্রবণটি ধীরে ধীরে শীতল করা হয় এবং ট্যাঙ্কে উহার সহিত সদ্য অধঃক্ষিপ্ত সোদক অ্যালুমিনা মিশাইয়া কয়েক ঘণ্টা ব্যাপিয়া (25 – 35°C) উহাকে আলোড়িত করা হয়। সোডিয়াম অ্যালুমিনেট আদ্র-বিশ্লেষিত হয়। দ্রবণস্থিত অ্যালুমিনার শতকরা 70 ভাগ সোদক অ্যালুমিনা হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$NaAlO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + NaOH$$

ইহাকে ছাঁকিয়া দ্রবণ হইতে পৃথক করা হয় এবং ধুইয়া লওয়া হয়। অতঃপর ইহাকে শুষ্ক করা হয় এবং 1200°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিয়া বিশুদ্ধ (99·5%) অ্যালুমিনায় পরিণত করা হয়।

$$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$$

অব্যবহৃত কস্টিক সোডা পরিস্রুত তরলে থাকে, ইহাকে গাঢ় করিয়া পুনরায় অ্যালুমিনার বিশুদ্ধিকরণে ব্যবহার করা হয়।

**শোধিত বক্সাইটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ ঃ**

(i) বিগলিত ক্রায়োলাইটে দ্রবীভূত অ্যালুমিনার ($Al_2O_3$) তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম প্রস্তুত করা হয়। এই গলিত মিশ্রণের সঙ্গে খানকটা ফ্লুয়োরস্পার ($CaF_2$) মিশাইয়া লওয়া হয়। উহা মিশ্রণের গলনাঙ্ক এবং সান্দ্রতা কমাইতে সাহায্য করে।

এই গলিত বিদ্যুৎ-পরিবাহী মিশ্রণে উপাদানগুলির অনুপাত ঃ

$$Al_2O_3 : Na_3AlF_6 : CaF_2 = 1 : 3 : 1$$

(ii) তড়িৎ-বিশ্লেষণ ছোট ছোট ইস্পাতের ট্যাঙ্কে করা হয়। এই ট্যাঙ্কের মেঝে এবং ভিতরের প্রাচীর পুরু কার্বন দ্বারা আবৃত। এই কার্বনই ক্যাথোডের কাজ করে। অ্যানোড হিসাবে কয়েকটি কার্বন-দণ্ড উপর হইতে ঝুলাইয়া দেওয়া হয় এবং উহারা গলিত মিশ্রণে আংশিক নিমজ্জিত থাকে। অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মধ্যে সামান্য দূরত্ব ( 12 সেমি. ) থাকে।

(iii) উষ্ণতা : 950°C-এর মতো তাপমাত্রা বজায় রাখা হয়। প্রথমে অবশ্য অ্যানোড এবং ক্যাথোডের মধ্যে তড়িৎ-আর্ক (electric arc) সৃষ্টি করিয়া ক্রায়োলাইটকে গলানো হয়। পরে তড়িৎ-প্রবাহের ফলেই মিশ্রণ গলিত অবস্থায় থাকে।

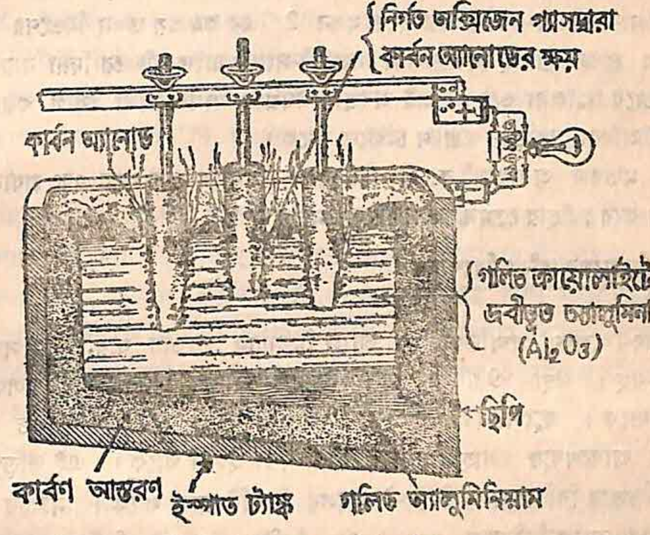



Fig. 27 : বক্সাইটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ

(iv) বিক্রিয়া : অ্যালুমিনা তড়িৎ-বিশ্লেষিত হয় এবং ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম ও অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়।

$$Al_2O_3 \rightleftharpoons 2Al^{+++} + 3O^{--}$$

ক্যাথোডে :

$$2Al^{+++} + 6e^- = 2Al$$

অ্যানোডে :

$$3O^{--} - 6e^- = 3O$$
$$3O + 3O = 3O_2$$

এই উষ্ণতায় অ্যালুমিনিয়াম গলিত ( গলনাঙ্ক 660°C ) অবস্থায় থাকে এবং ট্যাঙ্কস্থিত অবশেষের চেয়ে ভারী বলিয়া গলিত মিশ্রণের নীচে অর্থাৎ কোষের মেঝেতে ক্যাথোডে জমা হয়। নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে এই গলিত অ্যালুমিনিয়াম নির্দিষ্ট নির্গমপথের ছিপি খুলিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। আর অ্যানোডে যে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়, উহা সঙ্গে সঙ্গে অ্যানোডের কার্বনকে আক্রমণ করে এবং কার্বন মনোক্সাইড ও ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। এইজন্য প্রায়ই গ্রাফাইট অ্যানোড পরিবর্তন করিতে হয়। মূল্যবান অ্যানোডের অপচয় যথাসম্ভব নিবারণ করিবার জন্য মিশ্রণের উপরিভাগ কোকের একটি স্তর দ্বারা আবৃত করা হয়। অক্সিজেন উচ্চ তাপমাত্রায় এই কোক স্তরের

কার্বনকে কার্বন মনোক্সাইডে জারিত করে। ফলে, মূল্যবান অ্যানোড অক্সিজেনের হাত হইতে অনেকটা রক্ষা পায়।

তড়িৎ-বিশ্লেষণের দরুন মিশ্রণের অ্যালুমিনার পরিমাণ ক্রমশঃ কমিতে থাকে। ফলে, বিগলিত তড়িৎ-পরিবাহীর রোধ (resistance) ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে। এইভাবে অ্যালুমিনার পরিমাণ কমিতে কমিতে যখন 2%-এর কম হয় তখন মিশ্রণের রোধ এত বাড়ে যে প্রবল প্রবাহ বিকল্পপথে বর্তনী-সংলগ্ন বাতির ভিতর দিয়া যায় ও বাতি উজ্জ্বলভাবে জ্বলিয়া ওঠে। এই অবস্থায় মিশ্রণে অ্যালুমিনা যোগ করা হয় এবং এইভাবে অবিরাম তড়িৎ-বিশ্লেষণ চলিতে থাকে।

এই মতবাদ অনুযায়ী ক্রায়োলাইট দ্রাবক হিসাবে কাজ করে এবং প্রধানত তড়িৎ-পরিবহণ করে ; ইহার তেমন কোন বিযোজন হয় না।

**অ্যালুমিনিয়ামের তড়িৎ-বিশোধন ঃ**

তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে যে অ্যালুমিনিয়াম পাওয়া যায়, উহা সম্পূর্ণরূপে বিশুদ্ধ নহে। উহা 99% বিশুদ্ধ। উহাতে প্রধানতঃ লোহা এবং সিলিকন অপদ্রব্য হিসাবে থাকে। **হুপের** (Hoope) পদ্ধতিতে ধাতুটিকে তড়িৎ বিশোধিত করা হয়। কার্বনের আবরণযুক্ত লোহার ট্যাঙ্কে ইহা করা হইয়া থাকে। এই তড়িৎ-বিশ্লেষণে কোষের ভিতরে বিভিন্ন ঘনত্ব বিশিষ্ট তরলের তিনটি স্তর থাকে। নীচের স্তরে থাকে অপরিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম এবং কপার, সিলিকন ও অ্যালুমিনিয়ামের সংকর ধাতুর

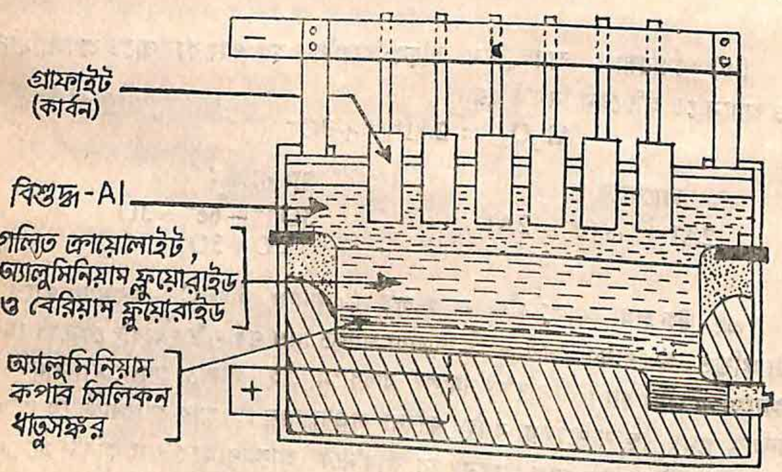



Fig. 28 ঃ অ্যালুমিনিয়ামের তড়িৎ-বিশোধন

গলিত মিশ্রণ। একেবারে উপরে থাকে গলিত বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর। এই দুইটি স্তরের মধ্যবর্তী স্তরে থাকে ক্রায়োলাইট, অ্যালুমিনিয়াম ফ্লুয়োরাইড এবং

বেরিয়াম ফ্লুয়োরাইডের গলিত মিশ্রণ। উপরের স্তরের সংস্পর্শে কয়েকটি কার্বন-দণ্ড ঝুলাইয়া রাখা হয় এবং এই স্তরটি ক্যাথোডের কাজ করে। সর্বনিম্ন স্তরটি অ্যানোড, আর দুইটি স্তরের মধ্যবর্তী স্তর হইল তড়িৎ-বিশ্লেষ্য। ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণের দরুন একমাত্র অ্যালুমিনিয়াম ফ্লুয়োরাইডই তড়িৎ-বিশ্লেষিত হয়—মুক্ত অ্যালুমিনিয়াম উপরের স্তরে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়; আর, মুক্ত ফ্লুয়োরিন সর্বনিম্ন স্তরের অ্যালুমিনিয়ামের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যালুমিনিয়াম ফ্লুয়োরাইড গঠন করে। তড়িৎ-বিশ্লেষণের সময় যতটা অ্যালুমিনিয়াম আয়ন মধ্যের স্তর হইতে উপরের স্তরে যায়, ঠিক সেই পরিমাণ আয়ন ($Al^{+++}$) নিচের স্তর হইতে মধ্যের স্তরে যায় এবং এই ঘাটতি পূরণ করে।

অ্যালুমিনিয়াম ফ্লুয়োরাইড হালকা বলিয়া ভাসিয়া মধ্য স্তরের সহিত মিশ্রিত হয়। এইভাবে অ্যালুমিনিয়াম সর্বনিম্ন স্তর হইতে আসিয়া একেবারে উপরের স্তরে বিশুদ্ধ অবস্থায় জমা হয়। সর্বোচ্চ স্তরটি দ্বারা ট্যাঙ্কের উপরের অংশ ভর্তি হইয়া গেলে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামকে নির্দিষ্ট ছিদ্রপথে বাহির করিয়া লওয়া হয় এবং একই সঙ্গে গলিত অপরিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম ট্যাঙ্কের উপর হইতে ঢালিয়া নিম্নস্তরের সহিত মিশান হয়। এই অ্যালুমিনিয়ামের বিশুদ্ধতা প্রায় 99·99%।

**তামা-নিষ্কাশন ঃ**

তামার মোট চাহিদার শতকরা 75 ভাগই মিটান হয় সালফাইড আকরিক হইতে। এবং সালফাইড আকরিক হইতে তামা নিষ্কাশন করা হয় স্বতঃবিজারণ পদ্ধতিতে।

**বিবরণ।**

(i) **গাঢ়ীকরণ (Concentration) ঃ** আকরিককে প্রথমে চূর্ণ-বিচূর্ণ করা হয়। বিচূর্ণ আকরিকের সহিত জল এবং পরিমাণমতো চুন, পাইন তেল, সোডিয়াম জ্যানথেট ইত্যাদি মিশান হয়। এই মিশ্রণের ভিতরে বায়ুপ্রবাহ চালনা করিয়া ইহাকে আলোড়িত করা হয়। ইহার ফলে যে ফেনার সৃষ্টি হয়, আকরিকের প্রায় সমস্ত কণাসমূহ ঐ ফেনার সহিত তরলের উপর ভাসিয়া ওঠে। কিন্তু খনিজমল জল দ্বারা সিক্ত হইয়া পাত্রের তলদেশে থিতাইয়া পড়ে। ফেনাসহ গাঢ় আকরিক পৃথকভাবে সংগ্রহ করিয়া উহার জল কিছুটা অপসারিত করা হয় এবং গাঢ় আকরিককে ছাঁকিয়া পরে শুষ্ক করা হয়। গাঢ়ীকরণের এই পদ্ধতির নাম তেল ভাসমান পদ্ধতি। মূল আকরিকে যেখানে কপারের পরিমাণ শতকরা 2 ভাগেরও কম, সেখানে এই গাঢ় আকরিকে কপারের পরিমাণ বাড়িয়া মোটামুটি শতকরা 25 ভাগের মতো হয়।

(ii) **তাপজারণ (Roasting) ঃ** শুষ্ক এবং গাঢ় আকরিককে একটি বহু-বক্ষ-সমন্বিত চুল্লীতে উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহে আংশিক তাপজারিত করা হয়। ইহার ফলে সালফারের একটি বড় অংশ সালফার ডাই-অক্সাইডে জারিত হইয়া অপসারিত হয়। আর্সেনিক এবং অ্যাণ্টিমনি জারিত হইয়া উদ্বায়ী অক্সাইডে পরিণত হয় এবং চুল্লী

হইতে সালফার ডাই-অক্সাইডের সহিত নির্গত হয়। চুল্লী-নির্গত আকরিক অর্থাৎ পাইরাইটিজ প্রধানতঃ কিউপ্রাস ও ফেরাস সালফাইডের মিশ্রণে পরিণত হয়। তবে ফেরাস সালফাইডের বেশ কিছু অংশ অক্সাইডে পরিণত হয়। কপারের চেয়ে বেশী ক্ষারকীয় প্রকৃতির ধাতু লোহা অপেক্ষাকৃত সহজে জারিত হয় এবং ফলে তাপজারণকালে ফেরাস সালফাইড অংশতঃ ফেরাস অক্সাইডে পরিণত হয়। অল্প কিছু কপার অক্সাইড যদিবা উৎপন্ন হয় উহা অপরিবর্তিত ফেরাস সালফাইডের সহিত বিক্রিয়ায় কিউপ্রাস সালফাইডে পরিণত হয়।

$$2CuFeS_2+O_2 = Cu_2S+2FeS+SO_2$$
$$2CuFeS_2+4O_2 = Cu_2S+2FeO+3SO_2$$
$$Cu_2O+FeS = Cu_2S+FeO$$

তাপজারণ প্রক্রিয়ার উদ্দেশ্য হইল—প্রয়োজনের অতিরিক্ত সালফার অপসারণ করা। এবং আকরিকে যদি এই অতিরিক্ত সালফার না থাকে, তবে গাঢ় আকরিক লইয়া সরাসরি বিগলন প্রক্রিয়া প্রয়োগ করা যাইতে পারে। যাহা হউক, তাপজারণের ফলে মূলতঃ কিউপ্রাস সালফাইড, ফেরাস সালফাইড এবং আয়রন অক্সাইডের মিশ্রণ পাওয়া যায়।

(iii) **বিগলন (Smelting) বা ম্যাট প্রস্তুতি :** এই প্রক্রিয়াটির মুখ্য উদ্দেশ্য হইল আকরিকের আয়রনকে সিলিকেট রূপে দূর করা।

এই প্রক্রিয়াটি পরাবর্ত চুল্লী বা মারুত চুল্লীতে নিষ্পন্ন করা হয়। গুঁড়ার মতো আকরিকের ক্ষেত্রে প্রথম প্রকারের চুল্লীর ব্যবহার সুবিধাজনক। পক্ষান্তরে ডেলার আকারের আকরিকের ক্ষেত্রে প্রক্রিয়াটি মারুত চুল্লীতে সম্পন্ন করা হয়।

পরাবর্ত চুল্লীতে বিগলন : বায়ুপ্রবাহে কোক চূর্ণ ছড়াইয়া দিয়া পরাবর্ত চুল্লীকে প্রজ্বলিত করা হয়। অতঃপর তাপজারিত আকরিক, কনভার্টার নিঃসৃত কিছু ধাতুমল এবং কিছু গাঢ় আকরিক চূর্ণের মিশ্রণ অল্প করিয়া কিস্তিতে কিস্তিতে চুল্লীতে ঢালা হয়। প্রথম বারের মিশ্রণ গলিবার পরই কেবল দ্বিতীয় কিস্তির মিশ্রণ যোগ করা হয় যাহাতে চুল্লীর উষ্ণতা অস্বাভাবিকভাবে কমিয়া না যায়। সিলিকা বিগালক হিসাবে কাজ করে। তাপজারিত আকরিকস্থিত সিলিকা ছাড়াও যে-অতিরিক্ত সিলিকার প্রয়োজন হয়, তাহার উপর নির্ভর করে পূর্বোক্ত মিশ্রণে আকরিক চূর্ণের অনুপাত। এখানে অবশিষ্ট ফেরাস সালফাইডের অনেকটাই ফেরাস অক্সাইডে পরিণত হয়। এই ফেরাস অক্সাইড এবং পূর্বের প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ফেরাস অক্সাইড সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া ধাতুমল ফেরাস সিলিকেট $FeSiO_3$ গঠন করে। কিন্তু কিউপ্রাস সালফাইডের বিশেষ পরিবর্তন হয় না, সামান্য পরিমাণ অক্সাইডে পরিণত হইলেও উহা অপরিবর্তিত ফেরাস সালফাইডের সহিত বিক্রিয়ায় পুনরায় কিউপ্রাস সালফাইডে পরিণত হয়। এই সব সত্ত্বেও কিছু ফেরাস সালফাইড থাকিয়া যায়। কিউপ্রাস

সালফাইড এবং অপরিবর্তিত ফেরাস সালফাইডের গলিত মিশ্রণের উপর ধাতুমল ভাসিয়া ওঠে। গলিত সালফাইড মিশ্রণে ধাতুমল অদ্রাব্য এবং ঐ মিশ্রণের চেয়ে হালকা বলিয়া এইরূপ হইয়া থাকে। এই সালফাইড মিশ্রণকে ম্যাট (matte) বলে।

$$2FeS+3O_2 = 2FeO+2SO_2$$
$$Cu_2O+FeS = FeO+Cu_2S$$
$$FeO+SiO_2 = FeSiO_3$$

ধাতুমল অপসারিত করা হয় এবং গলিত ম্যাটকে কনভার্টারে লইয়া যাওয়া হয়। ম্যাটে কপারের পরিমাণ প্রায় শতকরা 45 ভাগের মতো। ইহাতে শতকরা 30 ভাগ আয়রন এবং 25 ভাগ সালফার থাকে।

(iv) **"বেসিমারীকরণ" বা ম্যাট হইতে "ব্লিস্টার কপার" প্রস্তুতি** (Production of blister copper): এই প্রক্রিয়ার উদ্দেশ্য হইল ম্যাট হইতে ব্লিস্টার তথা ফোস্কাযুক্ত কপার উৎপাদন।

ইহা বেসিমার কনভার্টারের মতো কনভার্টারে করা হয়। ইহার আকৃতি অনেকটা ডিমের মতো। ইহা ইস্পাতের তৈরী। ইহার ভিতরের দিকে ম্যাগনেসিয়া দ্বারা তৈরী ইটের আবরণ থাকে। কনভার্টারটি অগভীর এবং ইহার ভূমি হইতে কিছু উপরে ছিদ্রযুক্ত নল আছে।




Fig. 29: কপার-উৎপাদনে ব্যবহৃত কনভার্টার

গলিত ম্যাটকে সরাসরি কনভার্টারে লওয়া হয়। ইহার সহিত পরিমাণমতো সিলিকা মিশাইয়া দেওয়া হয় এবং পূর্বোক্ত সচ্ছিদ্র নলের সাহায্যে গলিত ম্যাটের মধ্যে বায়ু পরিচালিত করা হয়। সমগ্র প্রক্রিয়াটি দুই ধাপে সম্পন্ন হয়।

প্রথমে, যেটুকু ফেরাস সালফাইড তখনও অবশিষ্ট থাকে তাহা জারিত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয় এবং সিলিকার সঙ্গে যুক্ত হইয়া ফেরাস সিলিকট ধাতুমল গঠন করে।

প্রথম ধাপের বিক্রিয়া $2FeS+3O_2 = 2FeO+2SO_2$

$$2FeO+2SiO_2 = 2FeSiO_3$$

কনভার্টার নির্গত শিখার রঙ হইতে লোহা অপসারণের বিক্রিয়ার পরিসমাপ্তি বুঝিতে পারা যায়। এই অবস্থায় বায়ুপ্রবাহ বন্ধ করা হয় এবং কনভার্টারকে কাত করিয়া ধাতুমল ঢালা হয়।

ধাতুমল ঢালিয়া লইবার পর কনভার্টারকে উহার পূর্বেকার খাড়া অবস্থায় আনা হয় এবং পুনরায় বায়ুপ্রবাহ চালনা করা হয়, ফলে দ্বিতীয় ধাপের বিক্রিয়া শুরু হয়। কিউপ্রাস সালফাইড **স্বতঃবিজারণ প্রক্রিয়ায়** ধাতব কপারে পরিণত হয়। কিউপ্রাস সালফাইড অংশতঃ জারিত হইয়া কিউপ্রাস অক্সাইডে পরিণত হয়। এই কিউপ্রাস অক্সাইড এবং অপরিবর্তিত কিউপ্রাস সালফাইডের বিক্রিয়ার ফলে ধাতব কপার উৎপন্ন হয়।

দ্বিতীয় ধাপের বিক্রিয়া $2Cu_2S+3O_2 = 2Cu_2O+2SO_2$

$$2Cu_2O+Cu_2S = 6Cu+SO_2$$

শিখার রঙ হইতে এই পরিবর্তনের সমাপ্তি বুঝিতে পারা যায় এবং তখন বায়ুপ্রবাহ বন্ধ করা হয়। উৎপন্ন কপার গলিত অবস্থায় কনভার্টারের তলদেশে সঞ্চিত হয়। উহা বায়ুনলের নীচে থাকে বলিয়া বায়ু দ্বারা জারিত হয় না।

কনভার্টারকে কাত করিয়া গলিত কপার ঢালিয়া লওয়া হয়। ইহা শীতল হইয়া কঠিন হইবার কালে ইহা হইতে দ্রবীভূত সালফার ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়, ফলে কপারের গায়ে অসংখ্য ফোস্কার মতো চিহ্ন থাকে। এইজন্য ইহাকে ফোস্কাযুক্ত বা ব্লিস্টার (blister) কপার বলে। ইহাতে 97-98% কপার থাকে।

(v) **অবিশুদ্ধ ধাতুর শোধন :** ব্লিস্টার কপারের শোধনের দুইটি প্রক্রিয়া আছে।

(a) **চুল্লীশোধন :** ব্লিস্টার কপারে 2-3% অবিশুদ্ধি থাকে। এই অপদ্রব্যগুলি হইল Fe, S, As ইত্যাদি এবং ইহাদের মধ্যে লোহা এবং সালফারই প্রধান। এই কপারকে সিলিকার প্রলেপযুক্ত পরাবর্ত চুল্লীতে পরিমিত বায়ুপ্রবাহে গলানো হয়। S, As প্রভৃতি জারিত হইয়া উহাদের অক্সাইড রূপে নির্গত হয়। কপারের সহিত মিশ্রিত আয়রন বা অন্যান্য অবর ধাতুসকল জারিত হইয়া সিলিকার সহিত বিক্রিয়া করে এবং ধাতুমলের সৃষ্টি করে। ধাতুমল সরের ন্যায় ভাসিয়া ওঠে এবং উপর হইতে ইহা সরাইয়া লওয়া হয়। সামান্য কপারও কিউপ্রাস অক্সাইডে ($Cu_2O$) জারিত হয় এবং বিশোধিত কপারে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিয়া যায় এবং ইহা ধাতব কপারকে ভঙ্গুর করিয়া তোলে। সেইজন্য জারণ-প্রক্রিয়া-শেষে অবশিষ্ট গলিত দ্রব্যের উপর অ্যানথ্রাসাইট চূর্ণ ছড়াইয়া দেওয়া হয় এবং কাঁচা কাঠ দ্বারা আলোড়িত করা হয়। ইহাকে **পোলিং** (poling) প্রক্রিয়া বলে। ইহার ফলে কোক, অর্থাৎ, অ্যানথ্রাসাইট এবং কাঁচা কাঠ হইতে নির্গত বিজারক গ্যাস কিউপ্রাস অক্সাইডকে কপারে বিজারিত করে। ঠিক ঠিক ভাবে সব করিতে পারিলে যে কপার উৎপন্ন হয়, উহার বিশুদ্ধতা প্রায় 99·5% এর মতো হইয়া থাকে।

(b) তড়িৎ-বিশোধন ঃ নল, পাত ইত্যাদি প্রস্তুত করিবার পক্ষে চুল্লী-শোধিত কপার যথেষ্ট বিশুদ্ধ। কিন্তু তড়িৎ-শিল্পে ব্যবহার্য তামা আরও বিশুদ্ধ হওয়া প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্য সাধনে তড়িৎ-বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া প্রয়োগ করা হয়।

কপার সালফেটের 15% দ্রবণ লওয়া হয় এবং উহাতে এইরূপ পরিমাণ সালফিউরিক অ্যাসিড মিশান হয়, যাহাতে মুক্ত অ্যাসিডের গাঢ়তা 5-10% হয়। কপার সালফেটের

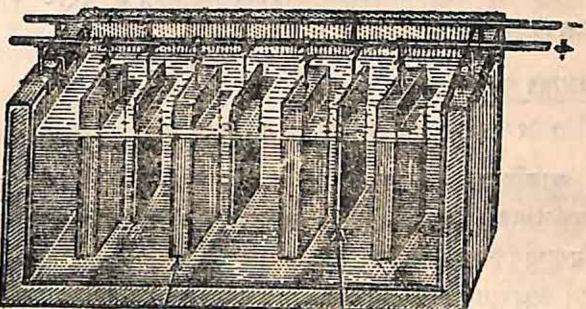



Fig. 30 ঃ কপারের তড়িৎ-বিশোধন

এই আম্লিক দ্রবণে চুল্লী-শোধিত কপারের পুরু পাত এবং বিশুদ্ধ কপারের পাতলা পাত পর্যায়ক্রমে পরপর ঝুলাইয়া রাখা হয়। পুরু পাতকে অ্যানোড এবং পাতলা পাতকে ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করিয়া দ্রবণে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করা হয়। অ্যানোড হইতে কপার দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে বিশুদ্ধ কপার সঞ্চিত হয়।

বিক্রিয়া ঃ

$$CuSO_4 \rightleftharpoons Cu^{++} + SO_4^{--}$$
$$H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{--}$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

অ্যানোড ( অবিশুদ্ধ কপার )$^+$

তিন রকমের সম্ভাবনা ঃ

(i) $SO_4^{--} \rightarrow SO_4$
(ii) $OH^- \rightarrow OH$
(iii) $Cu \rightarrow Cu^{++}$
} ইলেকট্রন বর্জন করিয়া

শেষোক্ত প্রক্রিয়াটি সবচেয়ে সহজে ঘটে। স্বভাবতঃই প্রথমোক্ত দুইটি ঘটে না। অ্যানোড হইতে $Cu^{++}$ আয়ন হিসাবে কপার দ্রবীভূত হয় ঃ $Cu \rightarrow Cu^{++} + 2e$

ক্যাথোড ( বিশুদ্ধ কপার )$^-$

তড়িৎ-রাসায়নিক শ্রেণীতে কপারের স্থান হাইড্রোজেনের নিচে। $Cu^{++}$ আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া কপার পরমাণু হিসাবে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়।

$$Cu^{++} + 2e \rightarrow Cu$$

তড়িৎ-বিশোধিত এই কপার প্রায় 99·99% বিশুদ্ধ।

এখানে উল্লেখযোগ্য যে, চুল্লী-শোধিত কপারের অপদ্রব্যগুলি, যেমন—As, Sb, Fe, Ni ইত্যাদি অ্যানোড হইতে দ্রবীভূত হয় বটে, কিন্তু উপযোগী ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণের দরুন একমাত্র কপারই ক্যাথোডে জমা হয়।

**জিঙ্ক-নিষ্কাশন ঃ**

জিঙ্ক প্রধানতঃ উহার সালফাইড আকরিক জিঙ্ক ব্লেণ্ড হইতে কার্বন বিজারণ বা তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়।

**কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি ঃ**

ধাতুটির উৎপাদন বস্তুতঃ চারিটি ধাপে নিষ্পন্ন হয় ঃ

(*a*) আকরিকের গাঢ়ীকরণ (concentration), (*b*) গাঢ় আকরিকের তাপ-জারণ (roasting) (*c*) উৎপন্ন অক্সাইডের কার্বন-বিজারণ (reduction) এবং (*d*) অবিশুদ্ধ জিঙ্কের শোধন (refining)।

এখানে উল্লেখযোগ্য যে কার্বনেট খনিজ হইতেও জিঙ্ক এই পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয় কিন্তু সে-ক্ষেত্রে গাঢ়ীকরণের প্রয়োজন হয় না।

(*a*) **গাঢ়ীকরণ ঃ** জিঙ্ক ব্লেণ্ড, অর্থাৎ, জিঙ্কের সালফাইড আকরিকের সহিত গ্যালেনা, বালু প্রভৃতি অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। আকরিক চূর্ণের সহিত জল, খানিকটা ইউক্যালিপটাস তেল এবং সামান্য অ্যাসিড মিশান হয়, উৎপন্ন মিশ্রণের ভিতর বায়ু চালনা করিয়া মিশ্রণটি ভালোভাবে নাড়া হয়। প্রথমে ফেনার সহিত গ্যালেনার গুঁড়া জলের উপর ভাসিয়া ওঠে। ইহা যথাসম্ভব অপসারিত করিয়া অবশিষ্ট মিশ্রণে আবার খানিকটা তেল এবং অ্যাসিড মিশান হয় এবং ঠিক আগের মতো একই প্রকারে ফেনার সৃষ্টি করা হয়। এই ফেনার সহিত এখন ব্লেণ্ডচূর্ণ তরলের উপর ভাসিয়া ওঠে কিন্তু বালু, মাটি প্রভৃতি অপদ্রব্যগুলি জলের নীচে থিতাইয়া জমা হয়। উপরের ফেনা হইতে জিঙ্ক ব্লেণ্ড সংগ্রহ করা হয়।

(*b*) **তাপজারণ ঃ** গাঢ় জিঙ্ক-ব্লেণ্ডকে বহু-তাক-সমন্বিত বিশেষ এক চুল্লীতে (Multiple hearth roaster) উচ্চ তাপমাত্রায় বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। ইহার ফলে জিঙ্ক সালফাইড জারিত হইয়া জিঙ্ক অক্সাইডে পরিণত হয় ঃ $2ZnS+3O_2=2ZnO+2SO_2$। প্রক্রিয়াটি এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয়, যাহাতে জিঙ্ক সালফাইড জারিত হইয়া জিঙ্ক সালফেটে ($ZnS+2O_2=ZnSO_4$) পরিণত না হয়। কারণ, তাহা হইলে পরবর্তী প্রক্রিয়ায়, অর্থাৎ, বিজারণ ক্রিয়ায় এই জিঙ্ক সালফেট বিজারিত হইয়া পুনরায় জিঙ্ক সালফাইডে ($ZnSO_4+4C=ZnS+4CO$) পরিণত হইবে। যথাযথ সতর্কতা সত্ত্বেও তাপজারণে সামান্য কিছু সালফেট উৎপন্ন হয় এবং উহা প্রাসঙ্গিক উচ্চ উষ্ণতায় জিঙ্ক অক্সাইডে বিযোজিত হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড এই

প্রক্রিয়ায় উপজাত হিসাবে পাওয়া যায় এবং উহা সালফিউরিক অ্যাসিডের শিল্পোৎপাদনে ব্যবহার করা যাইতে পারে।

তাপজারণে ব্যবহৃত চুল্লীর নাম হেরেসফ-চুল্লী (Fig. 31)। ইহা ইস্পাতের তৈয়ারী ; ইহার ভিতরের দিকে দেওয়াল অগ্নিসহ ইট দ্বারা আবৃত। চুল্লীর ঠিক মাঝখানে একটি খাড়া ফাঁপা দণ্ড থাকে। উহা হইতে বাহুর মতো অনেকগুলি আলোড়ক দুই পাশে বিস্তৃত। চুল্লীর উপর হইতে জিঙ্ক-ব্লেণ্ড চুল্লীতে প্রবেশ করে। বাহির হইতে দণ্ডটি ঘুরাইলে আলোড়ক বাহুগুলি বিভিন্ন তাকের জিঙ্ক-ব্লেণ্ডকে আস্তে আস্তে নীচের দিকে পরিচালিত করে। চুল্লীর নীচ হইতে উত্তপ্ত বায়ু উপরের দিকে প্রবাহিত করা হয়। এই উত্তপ্ত বায়ু দ্বারা ZnS জারিত হইয়া ZnO-এ পরিণত হয়। উহা চুল্লীর নীচে সঞ্চিত হয়। আলোড়ক দণ্ড ও বাহুগুলি ফাঁপা এবং উহাদের ভিতরে শীতল বায়ু পরিচালনা করিয়া উহাদের ঠাণ্ডা রাখা হয়।

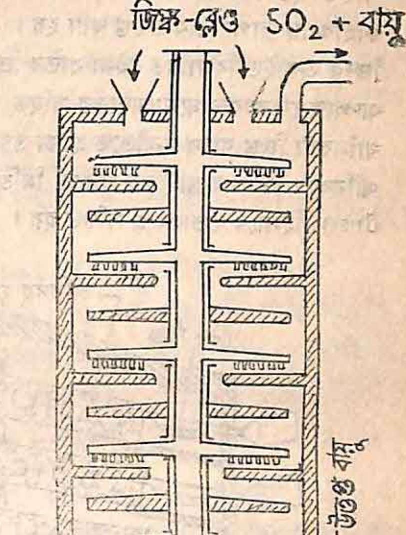


Fig. 31 : হেরেসফ চুল্লী

(c) **অক্সাইডের বিজারণ :** জিঙ্ক অক্সাইড বিজারণের জন্য দুই রকমের প্রণালীই প্রচলিত আছে : (i) সবিরাম পদ্ধতি, (ii) নিরবচ্ছিন্ন পদ্ধতি। শেষোক্ত পদ্ধতিটি অপেক্ষাকৃত আধুনিক।

**সবিরাম পদ্ধতি :** তাপজারিত আকরিক ( জিঙ্ক অক্সাইড ) উহার অর্ধেক ওজনের কোকের গুঁড়ার সহিত ভালোভাবে মিশান হয়। উৎপন্ন মিশ্রণকে অগ্নিসহ-মৃত্তিকার তৈরী কতকগুলি বকযন্ত্রে ( রিটর্ট ) উত্তপ্ত করা হয়। কোক জিঙ্ক অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া জিঙ্কে পরিণত করে : $ZnO + C = Zn + CO$। বকযন্ত্রগুলিকে কতকগুলি সারিতে চুল্লীর ভিতর সাজানো হয় এবং উহাদের খোলা মুখ নীচের দিকে একটু কাত করিয়া দেওয়া হয়। প্রত্যেকটি বকযন্ত্রের খোলা মুখে অগ্নিসহ-মৃত্তিকার তৈরী একটি শীতক নল বা হিমকার (condenser) মাটি দিয়া জুড়িয়া দেওয়া হয়। এই শীতক বা হিমকার আবার প্রোলং নামক লোহার তৈরী পাত্রের

সহিত যুক্ত করা হয়। প্রডিউসার গ্যাস ও বায়ুর সাহায্যে চুল্লীটি 1300°C এর কাছাকাছি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। তবে 800°C-এর নীচেই বিজারণ শুরু হয়। জিঙ্ক অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতব জিঙ্কে পরিণত হয় এবং এই উচ্চ তাপমাত্রায় ইহা বাষ্পাকারে কার্বন মনোক্সাইডের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় শীতকের মধ্যে প্রবেশ করে। খানিকটা জিঙ্ক-বাষ্প ঘনীভূত হইয়া তরলে পরিণত হয় এবং শীতকে জমা হয়, আর খানিকটা জিঙ্ক অক্সাইডের সহিত মিশ্রিত অবস্থায়—দস্তারজঃ বা জিঙ্ক-ডাস্ট (zinc dust) হিসাবে প্রোলং-এ সঞ্চিত হয়। CO-গ্যাস প্রোলং-এর মুখে আসিয়া নীলাভ

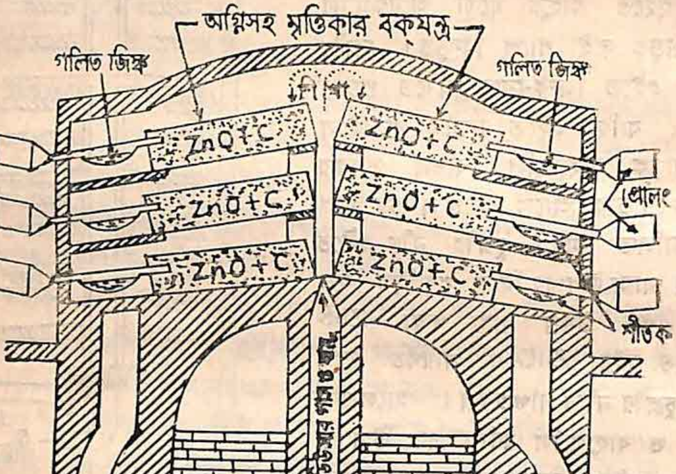



Fig. 32 : সবিরাম পদ্ধতিতে বিজারণ

শিখায় জ্বলিতে থাকে। বিজারণ শেষ হইলে এই শিখা আর দেখা যায় না। ইহার পরিবর্তে জিঙ্কের বাষ্প সাদা শিখায় জ্বলিতে থাকে। ইহা হইতে বোঝা যায় যে, বিজারণ শেষ বা সম্পূর্ণ হইয়াছে। গলিত ধাতুকে বাহির করিয়া ছাঁচে ঢালা হয়। এই জিঙ্কের সহিত 2%-এর মতো লেড এবং সামান্য পরিমাণ লোহা, কদাচিৎ ক্যাডমিয়াম ও কিছু আর্সেনিক থাকে এবং ইহাকে স্পেলটার (spelter) বলা হয়। সুতরাং, ইহা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নহে।

(*d*) **শোধন** (Refining) : অবিশুদ্ধ জিঙ্ককে আংশিক পাতনের (fractional distillation) সাহায্যে বিশুদ্ধ করা হয়। প্রথমে অবিশুদ্ধ এই জিঙ্ককে জিঙ্কের স্ফুটনাঙ্ক অর্থাৎ, 920°C-এর ঊর্ধ্বে উত্তপ্ত করা হয়, ফলে সমস্ত ক্যাডমিয়াম এবং প্রায় সমস্ত জিঙ্ক উদ্বায়িত হইয়া অন্যান্য পদার্থগুলি হইতে পৃথক হইয়া আসে এবং

ঘনীভূত করিয়া সঞ্চিত করা হয়। অতঃপর পাতিত এই দ্রব্যকে দ্বিতীয় একটি স্তম্ভে ক্যাডমিয়ামের স্ফুটনাঙ্ক অর্থাৎ 767°C-এর ঊর্ধ্বে উত্তপ্ত করা হয়। ক্যাডমিয়াম উদ্বায়িত হইয়া পৃথক হয় এবং 99·99% বিশুদ্ধ জিঙ্ক স্তম্ভের পাদদেশে অবশেষরূপে পাওয়া যায়।

(a) **অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের প্রস্তুতি এবং ব্যবহার :**

**প্রস্তুতি :** শুষ্ক ক্লোরিন স্রোতে বা শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে অ্যালুমিনিয়াম উত্তপ্ত করিলে অনার্দ্র ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় :

$$2Al+3Cl_2=2AlCl_3, \quad 2Al+6HCl=2AlCl_3+3H_2$$

**ব্যবহার :** অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্টস বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। খনিজ তেল হইতে তাপভাঙ্গন (cracking) প্রক্রিয়ায় গ্যাসোলিন-উৎপাদনেও ইহার চাহিদা আছে।

(b) **অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের প্রস্তুতি ও ব্যবহার :**

**প্রস্তুতি :** ম্যাগনেসিয়ামকে ক্লোরিনে উত্তপ্ত করিয়া বা ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বনের মিশ্রণ ক্লোরিনে (বা ক্লোরিন এবং কার্বনিল ক্লোরাইডের মিশ্রণে) উত্তপ্ত করিয়া অনার্দ্র লবণ প্রস্তুত করা যায় : $MgO+C+Cl_2=MgCl_2+CO$।

**ব্যবহার :** ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড এবং ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের গাঢ় দ্রবণের লেই সোরেল সিমেণ্ট (Sorel's Cement) নামক বিশেষ এক রকমের সিমেণ্ট হিসাবে ব্যবহৃত হয়। দন্ত-চিকিৎসায় পূরক হিসাবে, কাচ ও পোর্সেলীন জোড়া দিতে এই সিমেণ্টের ব্যবহার আছে। বিশেষ প্রয়োজনে ব্যবহৃত সূতা কাটিতে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

(c) **ফট্‌কিরি-প্রস্তুতি এবং উহার ব্যবহার :**

**প্রস্তুতি :** স্বচ্ছ পরিস্রুত অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণের সহিত উপযুক্ত পরিমাণে পটাসিয়াম সালফেট মিশান হয়। মিশ্র দ্রবণকে গাঢ় করিয়া শীতল করা হয়; সাধারণ ফটকিরি দ্রবণ হইতে কেলাসিত হইয়া পৃথক হয়। প্রয়োজনবোধে ইহাকে পুনঃ কেলাসিত করিয়া বিশুদ্ধতর ফটকিরি প্রস্তুত করা যাইতে পারে।

**ব্যবহার :** (i) অল্প কাটা-ছেঁড়ায় রক্ত-নিরোধক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। (ii) জলের ভাসমান ময়লা, যেমন—মাটি, বালি ইত্যাদি ইহা তঞ্চিত করে এবং জল পরিষ্কার করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। (iii) রঞ্জনশিল্পে রাগবন্ধকরূপে এবং কাগজশিল্পে ইহার চাহিদা আছে। (iv) ইহা ছাড়া, তেলের আগুন নিভাইতে ফোমাইট (foamite) নামক যে মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়, উহার একটি উপাদান এই ফটকিরি বা অ্যালুমিনিয়াম সালফেট। বস্তুত, অ্যালুমিনিয়াম সালফেট এবং ফটকিরির ব্যবহারিক প্রয়োগ প্রায় অভিন্ন।

(d) জিপসাম হইতে প্লাস্টার অব প্যারিস প্রস্তুতি ও ইহার ব্যবহার :

প্রস্তুতি : জিপসামকে 120° তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিলে উহার তিনচতুর্থাংশ (3/4) কেলাস-জল দূরীভূত হয় এবং জিপসাম প্যারিস-প্লাস্টারে পরিণত হয়।

$$2(CaSO_4.2H_2O) \rightleftharpoons (CaSO_4)_2.H_2O + 3H_2O$$

বিবরণ : ঘূর্ণমান চুল্লীতে বা যান্ত্রিক আলোড়ক যুক্ত বড় বড় ইস্পাতের পাত্রে 120° তাপমাত্রায় জিপসাম উত্তপ্ত করা হয়। উষ্ণতা বিশেষভাবে নিয়ন্ত্রিত করিতে হয় এবং জিপসাম যাহাতে কার্বনযুক্ত জ্বালানির সংস্পর্শে না আসে, তাহার দিকেও লক্ষ্য রাখিতে হয়। কারণ, উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি পাইলে জিপসামের সমস্ত কেলাস-জল দূরীভূত হয় ; 200°-তে সমস্ত কেলাস-জল অতি দ্রুত দূরীভূত হয়। এই অনার্দ্র লবণ যদিও দ্রুত জল শোষণ করে কিন্তু আরও তীব্রভাবে উত্তপ্ত করিলে যে-অবশেষ পাওয়া যায় উহা প্রাকৃতিক অ্যানহাইড্রাইটের মতো অতি ধীরে ধীরে জল গ্রহণ করে, দ্রুত জমাট বাঁধিবার ক্ষমতা ইহার থাকে না। এবং এই অবস্থাকে উহার দগ্ধমৃত (dead burnt) অবস্থা বলা হয়। আবার, কার্বনযুক্ত জ্বালানির সংস্পর্শে জিপসাম বিজারিত হইয়া ক্যালসিয়াম সালফাইডে পরিণত হয় : $CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO$

ব্যবহার : (i) ভাস্কর্যে, অর্থাৎ, মূর্তি-নির্মাণে, (ii) ছাঁচ তৈরী করিতে এবং (iii) ভাঙ্গা হাড় ব্যাণ্ডেজ করিবার জন্য শল্য চিকিৎসায় প্যারিস-প্লাস্টার বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

ইহা ছাড়া, (iv) অপরাধী সনাক্ত করার জন্য হাত-পা ইত্যাদির ছাপ তুলিতে এবং দেওয়াল প্লাস্টারের জন্য প্যারিস-প্লাস্টারের ব্যবহার আছে।

(e) ব্লু-ভিট্রিয়ল বা তুঁতের প্রস্তুতি এবং ব্যবহার :

প্রস্তুতি : কপার পাইরাইটিজকে অতিরিক্ত বায়ুপ্রবাহে তাপজারিত করা হয়। পাইরাইটিজের আয়রন উহার অক্সাইডে এবং কপার উহার সালফেটে পরিণত হয়। $4CuFeS_2 + 15O_2 = 4CuSO_4 + 4SO_2 + 2Fe_2O_3$। এই প্রক্রিয়ায় অতি সামান্য কপার অক্সাইডও উৎপন্ন হয়। জলের সাহায্যে কপার সালফেট নিষ্কাশিত করিয়া অদ্রাব্য পদার্থ, যেমন—আয়রন অক্সাইড, কপার অক্সাইড ইত্যাদি হইতে পৃথক করা হয়। কপার সালফেটের এই দ্রবণ কেলাসিত করিয়া বাণিজ্যিক সোদক কপার সালফেট (ব্লু-ভিট্রিয়ল, $CuSO_4.5H_2O$) উৎপাদন করা হয়। ইহার সঙ্গে কিছু ফেরাস সালফেট মিশ্রিত থাকেই। সামান্য $HNO_3$ দ্বারা ফুটাইয়া ফেরাস সালফেটকে ফেরিক সালফেটে জারিত করা হয়। পরে ঠাণ্ডা করিয়া আংশিক কেলাসন দ্বারা শুদ্ধতর কপার সালফেট পাওয়া যায়। ফেরিক সালফেট দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিয়া যায়। ছাঁকিয়া কপার সালফেট পৃথক করা হয়।

ব্যবহার : জীবাণু এবং ছত্রাক নাশক হিসাবে ইহা কৃষিকার্যে ব্যবহৃত হয়। ইহা

ছাড়া তড়িৎকোষে, কাঠ এবং চামড়া সংরক্ষণে, তামার প্রলেপ দিবার কাজে এবং রঞ্জনশিল্পে ইহার চাহিদা আছে।

(f) সবুজ ( বা গ্রীন ) ভিট্রিয়ল-প্রস্তুতি ও উহার ব্যবহার :

প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরীতে আয়রন বা ফেরাস সালফাইডের সঙ্গে লঘু $H_2SO_4$-এর বিক্রিয়ার দ্বারা ফেরাস সালফেট তৈয়ারী করা হয়।

$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$$
$$FeS + H_2SO_4 = H_2S + FeSO_4$$

গ্যাস চলিয়া যাওয়ার পর যে তরল অবশেষ পড়িয়া থাকে, উহাকে গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোদক ফেরাস সালফেট স্ফটিক, $FeSO_4$, $7H_2O$ ( গ্রীন ভিট্রিয়ল ) পাওয়া যায়।

ব্যবহার : লিখিবার কালি এবং রুজ নামক পালিশ-প্রস্তুতিতে ফেরাস সালফেট ব্যবহৃত হয়। রঞ্জন শিল্পে এবং বিজারক হিসাবেও ইহার চাহিদা আছে। কৃষিকার্যে আগাছা নির্মূল করার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। পরিমাণগত বিশ্লেষণে ম্যা'র লবণের ব্যবহার আছে।

(g) হোয়াইট ( সাদা ) ভিট্রিয়লের প্রস্তুতি এবং ব্যবহার :

প্রস্তুতি : ধাতু, অক্সাইড, সালফাইড বা কার্বনেট লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া ছাঁকিয়া লওয়া হয়। উৎপন্ন দ্রবণ বাষ্পীভূত করিয়া গাঢ় করা হয়। এই গাঢ় দ্রবণ হইতে 39° ডিগ্রীর কম তাপমাত্রায় $ZnSO_4.7H_2O$ কেলাসিত হয়। এই কেলাসাকৃতির পদার্থকে হোয়াইট ভিট্রিয়লও (white vitriol) বলে।

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2,\ ZnO + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O$$
$$ZnCO_3 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2O + CO_2$$

ব্যবহার : লিথোপোন (lithopone) নামক সাদা রঙ জিঙ্ক সালফাইড এবং বেরিয়াম সালফেটের মিশ্রণ। ইহা $BaS + ZnSO_4 = ZnS + BaSO_4$—এই বিক্রিয়ার সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়। চক্ষু-চিকিৎসায় জিঙ্ক সালফেট দ্রবণের ব্যবহার আছে। ইহা চামড়া বা কাঠের পচন নিবারণ করে এবং ফলে ঐ সকল দ্রব্য-সংরক্ষণে ইহার ব্যবহার আছে। বস্ত্রশিল্পে রাগবন্ধরূপে ইহার চাহিদা আছে।

29. হিমাটাইট আকরিক হইতে কিভাবে ঢালাই লোহা প্রস্তুত করা হয়? মারুত চুল্লীর বিভিন্ন অংশ নির্দেশ করিয়া উহার একটি পরিচ্ছন্ন ছবি আঁক।

ধাতু-সংকর ( বা অ্যালয় ) বলিতে কি বোঝ? কলঙ্কহীন ইস্পাত কাহাকে বলে?

লোহায় কিরূপে মরিচা পড়ে? ইহা নিবারণের এক উপায় উল্লেখ কর।

অপ্রধান উপাদানের ভিত্তিতে ঢালাই লোহা, ইস্পাত এবং পেটা লোহার গড় সংযুতি বিবৃত কর।

ঢালাই লোহা হইতে কিভাবে ইস্পাত তৈরী করা হয়?

[ How is cast iron produced from haematite ore ? Give a neat sketch of the blast furnace indicating different sections of the furnace.

What is an alloy ? What is stainless steel ?

How does rusting of iron take place ? State one of its remedial measures ?

Give the average composition of cast iron, steel and wrought iron in terms of the minor ingredients present in them.

Describe how steel is produced from cast iron. ]

**উত্তর।** **ঢালাই লোহা প্রস্তুতি ঃ**

**নীতি ঃ** $Fe_2O_3$-কে উচ্চ উষ্ণতায় CO এবং কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া লোহায় পরিণত করা হয়।

**বিবরণ ঃ** দুইটি পর্যায়ে এই প্রস্তুতি সম্পন্ন করা হয়—

(i) প্রাথমিক তাপজারণ বা ভস্মীকরণ (Preliminary roasting or calcination) ও (ii) মারুত চুল্লীতে (Blast furnace) বিগলন (smelting) বা বিজারণ (reduction)।

আকরিক হইতে নিষ্কাশিত এই লোহাকেই ঢালাই লোহা বা পিগ লোহা বলে।

**তাপজারণ বা ভস্মীকরণ ঃ** এই প্রক্রিয়ার আগে জল দিয়া ধুইয়া আকরিকের কাদা-মাটি দূর করা হয়। অল্প কয়লার সহিত পরিষ্কার আকরিক স্তূপাকারে সাজাইয়া [ বা অগভীর চুল্লীতে বা কখনও কখনও শ্যাফ্‌ট ( shaft ) চুল্লীতে ] উহাতে অগ্নি-সংযোগ করিয়া নিয়ন্ত্রিত তাপমাত্রায় এবং বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়।

**বিগলন ঃ** তাপজারিত বা ভস্মীকৃত আকরিক কোক এবং চুনাপাথর মিশাইয়া মারুত-চুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়—এই মিশ্রণকে **চার্জ** বলে। চার্জের উপাদানের অনুপাত মোটামুটি—আকরিক ঃ কোক ঃ চুনাপাথর = 5 : 2 : 1।

ফেরিক অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতব আয়রনে পরিণত হয়।

**মারুত চুল্লী ঃ**

লোহা নিষ্কাশনে ব্যবহৃত মারুত-চুল্লীর কাঠামো পুরু ইস্পাতের তৈয়ারী। ইস্পাতের ভিতরের দিকে মাটির তৈরী অগ্নিসহ ইটের একটি আবরণ থাকে। ইহার উপর হইতে নীচের দিকে তিনটি ভাগ—(i) শ্যাফ্‌ট (shaft), (ii) বশ্‌ (bosh), (iii) হার্থ (hearth)।

মারুত-চুল্লীগুলি আয়তনে খুব বড় ( উচ্চতা সাধারণতঃ 50 ~ 100 ফুট, এবং ব্যাস 10 ~ 20 ফুট ), দেখিতে অনেকটা চিমনীর মতো, অর্থাৎ, উপর হইতে নীচের দিকে বেশ কিছুদূর ক্রমশঃ চওড়া হইয়া আবার নীচের দিকে সরু। উপর হইতে প্রায়

স্তু অংশ নীচে চুল্লীটি সবচেয়ে বেশী চওড়া। ইহার ব্যাস 15 - 20* ফুট। ইহাকে বশ্ (bosh) বলে। অত্যধিক উত্তাপে চার্জের সম্প্রসারণ-জনিত স্থান-সংকুলানের জন্য চুল্লীটির মধ্যভাগ এইরূপ ক্রমশঃ চওড়া করা হয়। বশ্-এর উপরের অংশকে শ্যাফ্ট (shaft) বলে, আর বশ্ হইতে নীচের দিকে যে অংশ ক্রমশঃ সরু হইয়া আসিয়াছে, তাহাকে হার্থ (hearth) বলে। হার্থের নিম্নভাগে একটি প্রকোষ্ঠ থাকে। তাহাতে ধাতুমল ও তাহার নীচে গলিত ধাতু সঞ্চিত হয়। এই প্রকোষ্ঠে দুইটি নির্গম-নালা থাকে। অপেক্ষাকৃত উপরের দিকে যে নির্গম-নালা থাকে, তাহার ভিতর দিয়া ধাতুমল এবং নীচের নির্গম-নালা দিয়া গলিত ধাতু বাহির করিয়া আনা হয়। নির্গম-নালা দুইটির কিছু উপরে কতকগুলি শক্ত নল চুল্লীর ভিতরে প্রবেশ করানো থাকে। ইহাদিগকে **টায়ার** (tuyeres) বলা হয়। ইহাদের সাহায্যে চুল্লীর ভিতর তপ্ত ও শুষ্ক বায়ু চালানো হয়। চুল্লীর নিচের অংশে যেখানে উষ্ণতা সবচেয়ে বেশি তাহার চারিদিকে শীতল জল প্রবাহিত করাইবার ব্যবস্থা থাকে। ইহার ফলে, চুল্লীর ভিতরের প্রচণ্ড তাপে চুল্লীর এই অংশের ক্ষয়ক্ষতি অনেকটা কমিয়া যায়। চুল্লীর মাথায় 'কাপ অ্যাণ্ড কোন' (cup & cone) নামক একপ্রকার অর্গল ব্যবস্থা থাকে। ইহা এক রকমের বায়ুরোধী (air tight) ব্যবস্থা। ইহার সাহায্যে আকরিক, কোক এবং চুনাপাথরের মিশ্রণ চুল্লীর ভিতরে প্রবেশ করানো হয়। চুল্লীর গ্যাসসমূহ নির্গমনের জন্য উপরের দিকে গ্যাস নির্গমনের একটি পথ আছে।

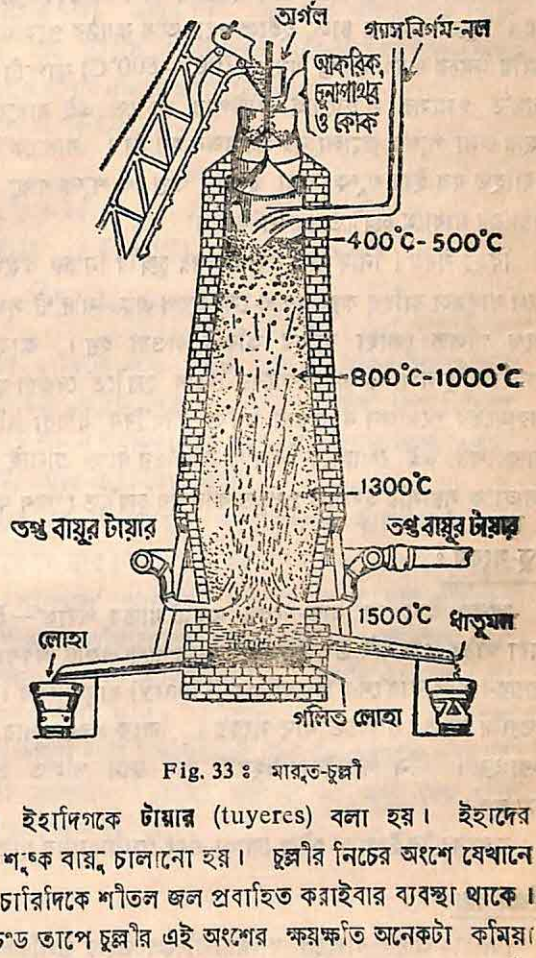



Fig. 33 : মারুত-চুল্লী

* কোন কোন ক্ষেত্রে এই চুল্লীর উচ্চতা 120 ফুট পর্যন্ত হয় এবং ইহার বিস্তৃততম অংশের ব্যাস প্রায় 25 ফুট। জামসেদপুরে ব্যবহৃত চুল্লীর হার্থের ব্যাস $22\frac{1}{2}$ ফুট।

প্রথমে চুল্লীর ভিতরে স্তূপীকৃত কাঠ জ্বালাইয়া দেওয়া হয়। আকরিক, কোক ও চুনাপাথরের মিশ্রণ উপরের দিক হইতে (কাপ ও কোন ব্যবস্থায়) চুল্লীর ভিতরে দেওয়া হয়। চুল্লী একবার চালু হইলে পরে আর কাঠের প্রয়োজন হয় না। টায়ারের মাধ্যমে চুল্লীর নিচের ভাগে উত্তপ্ত বায়ুর (700°—800°C) ঝাপ্‌টা প্রবেশ করানো হয়। চুল্লী-নির্গত গ্যাসের সাহায্যেই কাউপার স্টোভে এই বায়ুকে উত্তপ্ত করা হয়। সুতরাং ইহার জন্য পৃথক জ্বালানির প্রয়োজন হয় না। বায়ুকে সিলিকা জেলের উপর দিয়া প্রবাহিত করাইয়া শুষ্ক করা হয়। তপ্ত ও শুষ্ক বায়ু প্রায় 2-অ্যাটমস্‌ফিয়ার চাপে টায়ারের মাধ্যমে চুল্লীতে প্রবেশ করে।

কিছু সময় (নির্দিষ্ট) অন্তর অন্তর চুল্লীর নিচের অংশে অবস্থিত উপরের নির্গম-পথে ধাতুমল বাহির করা হয় ও সেইরূপে এক নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে নিচের নির্গম-পথে গলিত লোহা বাহির করিয়া লওয়া হয়। আবার, উপযুক্ত সময়ের ব্যবধানে আকরিক, চুনাপাথর এবং কোকের মিশ্রণ চুল্লীতে দেওয়া হয়। সুতরাং, মারুত-চুল্লীর মেরামতের প্রয়োজন না হওয়া পর্যন্ত দীর্ঘদিন ধরিয়া অবিরাম ইহা ব্যবহার করা হয়। নিষ্কাশিত এই লোহাকে নির্দিষ্ট আকৃতির দণ্ডে ঢালাই (cast) করা হয় অথবা গলিত লোহাকে সরাসরি ইস্পাত প্রস্তুত করিবার চুল্লীতে প্রেরণ করা হয়।

**ধাতু-সংকর ঃ**

সংকর ধাতু বা ধাতু-সংকর একটি ধাতব পদার্থ—ইহা দুই বা ততোধিক মৌল দ্বারা গঠিত এবং এই উপাদানগুলির কমপক্ষে একটি অবশ্যই ধাতু। সাধারণ ইস্পাত, আয়রন এবং কার্বনের দ্বি-মৌলিক (binary) ধাতু-সংকর। পিতল, কাঁসা, গিনি সোনা ইত্যাদি অতি পরিচিত ধাতু-সংকর। জিংক এবং কপার একত্রে গলাইয়া পিতল তৈরী করা হয়। টিন গলাইয়া উহাতে ক্রমে ক্রমে গলিত তামা মিশাইয়া কাঁসা তৈরী করা হয়।

কলংকহীন ইস্পাত হইল লোহা এবং ক্রোমিয়ামের ধাতু-সংকর।

**মরিচা-ধরা ঃ**

লোহা আর্দ্র বায়ুতে রাখিয়া দিলে উহার উপরিভাগে বাদামী বর্ণের একপ্রকার গুঁড়ার শিথিল আবরণ পড়ে। ইহাকে লোহার 'মরিচা-ধরা' বলা হয় এবং বাদামী বর্ণের পদার্থকে মরিচা বলে।

মরিচা পড়িবার কারণ সম্পর্কে বিভিন্ন মতবাদ আছে। এখানে যেটি সবচেয়ে গ্রহণযোগ্য, তাহার কথা বলা হইল। এই মতবাদ অনুসারে লোহার মধ্যে অসংখ্য ছোট ছোট বৈদ্যুতিক সেলের কল্পনা করা হয়। লোহা অ্যানোড হিসাবে এবং লোহার চেয়ে কম তড়িৎ-ধনাত্মক মৌল (লোহার অপদ্রব্য), যেমন—গ্র্যাফাইট কার্বন কণিকা ক্যাথোড হিসাবে কাজ করে। আর, জল—তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পরিবাহীরূপে ঐ ছোট

বৈদ্যুতিক সেলে থাকে। ফলে, অ্যানোডে লোহা দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। পরে জলের $OH^-$ আয়ন $Fe^{++}$ আয়নের সহিত যুক্ত হইয়া ফেরাস হাইড্রক্সাইড গঠন করে। এই ফেরাস হাইড্রক্সাইড বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া সোদক ফেরিক অক্সাইড অর্থাৎ মরিচাতে পরিণত হয়।

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

অ্যানোডে $\quad$ ক্যাথোডে

$$Fe \rightarrow Fe^{++} + 2e^- \qquad 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

পরে, $Fe^{++} + 2OH^- = Fe(OH)_2$

$$4Fe(OH)_2 \xrightarrow{O_2} 2Fe_2O_3H_2O + 2H_2O$$

জলে $CO_2$ বা NaCl ইত্যাদি থাকিলে দ্রুত মরিচা পড়ে। কারণ উহাতে $H^+$ আয়ন বৃদ্ধি পায় বা তড়িৎ-পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। কিন্তু কস্টিক সোডা দিলে মরিচা-পড়া কমে ; কারণ উহা $H^+$ আয়ন কমাইয়া দেয় এবং অ্যানোডের উপর ফেরাস হাইড্রক্সাইডের আস্তরণ সৃষ্টি করিয়া উহার ক্রিয়া রোধ করে।

এখানে বলা অপ্রাসঙ্গিক হইবে না যে, লোহার অংশবিশেষও ক্যাথোড হিসাবে কাজ করিতে পারে। কোন কারণে লোহার কোন অংশ উহার অন্যান্য অংশের তুলনায় যদি বাতাসের অক্সিজেনের কম সংস্পর্শে আসে বা লোহার সর্বত্র যদি অক্সিজেন সরবরাহে সমতা না থাকে, তবে যে-অংশে অক্সিজেনের গাঢ়তা বেশি, সেই অংশ অন্য অংশের পরিপ্রেক্ষিতে ক্যাথোড হিসাবে আচরণ করিতে পারে। অর্থাৎ, যে-অংশে কম অক্সিজেন থাকে, ঐ অংশ অ্যানোডের কাজ করে। অন্যভাবে বলা যায়, যে-অংশে অক্সিজেনের গাঢ়তা কম, সেই অংশে মরিচা পড়ে। স্বভাবতঃই বিশুদ্ধ লোহায়ও এইভাবে মরিচা ধরিতে পারে। এই কারণে আলগাভাবে রিভেট করা বা নাট-বল্টু ফিট করা জায়গায় বা আর্দ্র-মরিচার নিচের লোহায় মরিচা ধরে।

**মরিচা নিবারণের উপায় ঃ**

জল, বায়ুর হাত হইতে রক্ষা করিতে পারিলে লোহায় মরিচা ধরে না। ইহা নানাভাবে করা যাইতে পারে। এইরূপ একটি পদ্ধতি হইল ঃ

লোহার উপর আলকাতরা, রঙ, বার্নিশ ইত্যাদির প্রলেপ দেওয়া।

তিন শ্রেণীর লোহার গড় সংযুতিগত পার্থক্য ঃ

| | ঢালাই লোহা (কাস্ট আয়রন) | ইস্পাত (স্টীল) | পেটা লোহা (রট আয়রন) |
|---|---|---|---|
| C-এর পরিমাণ | 2—4·5% | 0·15—1·5% | 0·1—0·25% |

ঢালাই লোহা হইতে ইস্পাত প্রস্তুতি ঃ

সিমেন্স-মার্টিন বা ওপেন-হার্থ পদ্ধতি (Siemens-Martin or Open-hearth process) ঃ এই পদ্ধতিতে পরাবর্ত চুল্লীর অনুরূপ চুল্লীতে অপদ্রব্যগুলি অংশতঃ ফেরিক অক্সাইডের দ্বারা এবং অবশিষ্টাংশ অতিরিক্ত বায়ুপ্রবাহে জারিত করা হয়। উৎপন্ন বিশুদ্ধতর লোহার সহিত স্পাইজেল মিশাইয়া ইস্পাত তৈরী করা হয়। ঢালাই লোহার ফস্‌ফরাস থাকিলে চুল্লীর ভিতরের দিকে ক্ষারক জাতীয় পদার্থের ($CaO + MgO$) প্রলেপ দেওয়া হয়। এই পদ্ধতিকে ক্ষারকীয় পদ্ধতি বলে। অন্যথায় অম্লজাতীয় ($SiO_2$) আস্তরণ দেওয়া হয় এবং ইহাকে অ্যাসিড পদ্ধতি বলে।

চুল্লীর বক্ষ—সমতল এবং গহ্বর—অগভীর কিন্তু প্রশস্ত। চুল্লীর ছাদ বেশ নীচু। চুল্লীটিকে তাপ পুনরুৎপাদন পদ্ধতিতে বায়ু ও প্রডিউসার গ্যাসের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। চুল্লীর প্রতিটি পাশে একজোড়া প্রকোষ্ঠ থাকে এবং উহার ভিতরে চৌখুপির মতো করিয়া অগ্নিসহ ইট সাজানো থাকে। একপাশের প্রকোষ্ঠ-দুইটির ভিতর দিয়া প্রডিউসার গ্যাস (বা অন্যান্য জ্বালানি গ্যাস) এবং বায়ু চুল্লীতে প্রবেশ করাইয়া জ্বালানো হয়। দগ্ধ গ্যাস অপর প্রান্তের প্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া নির্গত হয় এবং ইহার তাপে দ্বিতীয় এই প্রকোষ্ঠ-দুইটির অগ্নিসহ ইটগুলি শ্বেত-তপ্ত হয়। 15-20 মিনিট বাদে গ্যাস-প্রবাহের অভিমুখ পরিবর্তন করা হয় এবং বায়ু ও প্রডিউসার (বা অন্য জ্বালানি) গ্যাস এই তপ্ত প্রকোষ্ঠ-দুইটির তপ্ত ইটের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। এইভাবে চুল্লীতে জ্বালাইবার পূর্বে গ্যাসসমূহকে উত্তপ্ত করিয়া লওয়া যাইতে পারে। ক্রমাগত গ্যাসপ্রবাহের অভিমুখ পরিবর্তন করিয়া চুল্লী-নির্গত গ্যাসের তাপ কাজে লাগাইয়া এক এক জোড়া প্রকোষ্ঠকে পর্যায়ক্রমে উত্তপ্ত করা হয়। এইরূপে অব্যবহার্য তাপ ব্যবহৃত হওয়ায় জ্বালানি খরচ কমে। গ্যাসের প্রাক্-উত্তাপনে নিয়োজিত এই প্রকোষ্ঠগুলিকে তাপ-পুনরুৎপাদক (regenerators) বলে। চুল্লীর ছাদ বেশ নীচু থাকাতে চুল্লীর ভিতর প্রচুর তাপের উদ্ভব হয়।

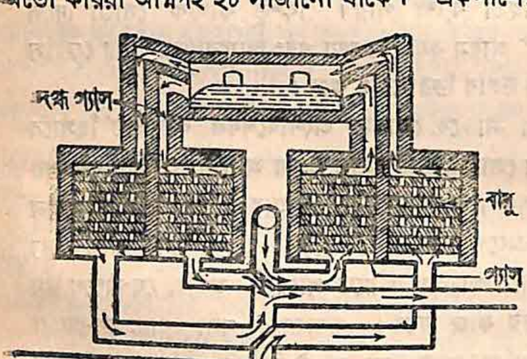


Fig. 34 ঃ উন্মুক্ত হার্থ-ইস্পাত চুল্লী

চুল্লীর ভিতর গলিত ঢালাই লোহা, ছাঁটাই ইস্পাত (steel scrap) এবং আয়রন অক্সাইড (হিমাটাইট) দেওয়া হয়। ঢালাই লোহায় ফস্‌ফরাস থাকিলে চুন বা চুনাপাথরও যোগ করা হয়। সিলিকন, ম্যাঙ্গানিজ, সালফার এবং কার্বনের প্রায়

সমস্তটা এবং খানিকটা ফস্‌ফরাস আয়রন অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়া উহাদের অক্সাইডে পরিণত হয়। সিলিকন এবং ম্যাঙ্গানিজের অক্সাইডসমূহ ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট ধাতুমল গঠন করে। কার্বন মনোক্সাইড বুদ্‌বুদ্‌ কাটিয়া গলিত লোহার ভিতর হইতে বাহির হইয়া যায়। অবশিষ্ট কার্বন এবং ফস্‌ফরাস বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়।

$2Fe_2O_3+3Si=4Fe+3SiO_2$, $Fe_2O_3+3Mn=2Fe+3MnO$,
$2Fe_2O_3+3S=4Fe+3SO_2$, $Fe_2O_3+3C=2Fe+3CO$,
$5Fe_2O_3+6P=10Fe+3P_2O_5$।

আম্লিক অক্সাইডগুলি মিশ্রিত চুনাপাথর হইতে উৎপন্ন চুনের (CaO) সহিত এবং ম্যাগনেসিয়ার (MgO) সহিত ক্রিয়া করিয়া ধাতুমল গঠন করে: $CaCO_3=CaO+CO_2$, $CaO+SiO_2=CaSiO_3$, $2CaO+2SO_2+O_2=2CaSO_4$, $3CaO+P_2O_5=Ca_3(PO_4)_2$। MgO-এর সহিতও এই বিক্রিয়াগুলি হয়।

গলিত লোহাকে হাতায় ঢালা হয় এবং ধাতুমল অপসারিত করিয়া উহার সহিত উপযুক্ত পরিমাণ স্পাইজেল মেশানো হয়। স্পাইজেলের ম্যাঙ্গানিজ এবং কার্বন প্রথমতঃ অক্সিজেন অপসারক হিসাবে কাজ করে এবং দ্বিতীয়তঃ অবশিষ্টাংশ গলিত লোহায় দ্রবীভূত হইয়া ইস্পাতের প্রয়োজনীয় উপাদান সরবরাহ করে। সামান্য পরিমাণেও দ্রবীভূত গ্যাস যাহাতে না থাকে, সেইজন্য অল্প পরিমাণে অ্যালুমিনিয়াম বা ফেরোসিলিকন যোগ করা হয়।

30. নিচের যৌগগুলি শিল্পের প্রয়োজনে কিরূপে প্রস্তুত করা হয়?—

(a) কস্টিক সোডা, (b) সল্‌ভে পদ্ধতিতে সোডিয়াম কার্বনেট, (c) বিরঞ্জক চূর্ণ বা ব্লিচিং পাউডার।

এই যৌগগুলির গুরুত্বপূর্ণ প্রয়োজনসমূহ বিবৃত কর।

[ How are these compounds produced in industry :
(a) Caustic soda, (b) Sodium carbonate by Solvay process, (c) Bleaching powder ?
State the important fields of application of these compounds.]

উঃ। (a) কস্টিক সোডা:

ইহার শিল্পোৎপাদন দুইটি পদ্ধতিতে করা হয়—(i) ক্ষারীকরণ পদ্ধতি, (ii) তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতি।

ক্ষারীকরণ পদ্ধতি বর্তমানে বিশেষ প্রচলিত নহে।

তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতি: বৈদ্যুতিক পদ্ধতিগুলিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া কস্টিক সোডা প্রস্তুত করা হয়।

সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে কস্টিক সোডা

হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু ক্লোরিন এবং কস্টিক সোডা পরস্পরের সংস্পর্শে আসিলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় হাইপোক্লোরাইট এবং ক্লোরেট গঠন করে। ইহার ফলে খানিকটা কস্টিক সোডা অযথা খরচ হয় এবং উৎপন্ন কস্টিক সোডায় এই সকল লবণ অপদ্রব্য হিসাবে থাকিয়া যায়। এই সকল কারণে কস্টিক সোডা এবং ক্লোরিন যাহাতে একটি অপরটির সংস্পর্শে না আসিতে পারে, তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে তাহার ব্যবস্থা করা হয়। তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে কস্টিক সোডা উৎপন্ন করিবার জন্য দুই প্রকারের বৈদ্যুতিক সেল (cell) ব্যবহার করা হয়ঃ

(a) মধ্যচ্ছদা বা মধ্যাবরক সেল (Diaphragm Cell) এবং (b) পারদ সেল।

মধ্যাবরক সেল ঃ একাধিক রকমের মধ্যাবরক সেল আছে। নেলসন সেল—এইরূপ একটি মধ্যাবরক সেল (diaphragm cell) এবং কস্টিক সোডা উৎপাদনে ইহা বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। নেলসন সেলে অ্যাসবেসটসের তৈরী U-আকৃতির একটি পাত্র ব্যবহৃত হয়। অ্যাসবেস্টসের বাহিরের প্রাচীর স্টীলের তারজালি দ্বারা আবৃত থাকে। এই স্টীলের তারজালি ক্যাথোডের কাজ করে। অ্যাসবেস্টস-কক্ষের মধ্যে থাকে একটি গ্রাফাইট দণ্ড, যাহা অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত হয় এবং অ্যাসবেস্টস মধ্যাবরক অর্থাৎ পর্দার (diaphragm) কাজ করে।

সমগ্র অ্যাসবেস্টস পাত্রটি একটি বৃহত্তর লোহার পাত্রের মধ্যে বসানো থাকে। অ্যাসবেস্টস পাত্র লবণ-জলের সংপৃক্ত দ্রবণে পূর্ণ করিয়া রাখা হয় এবং লবণ-জল

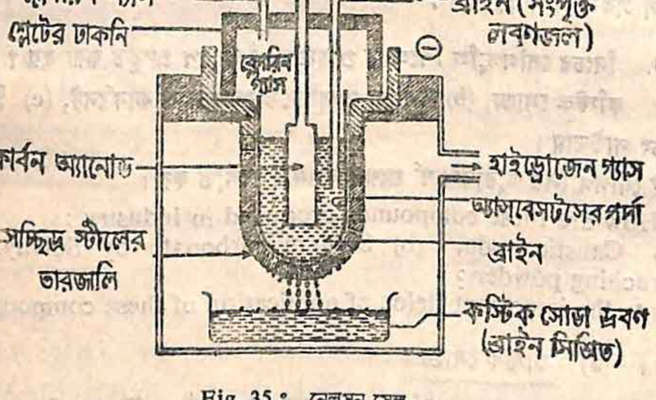



Fig. 35 ঃ নেলসন সেল

এমনভাবে পাত্রের ভিতর প্রবেশ করানো হয়, যাহাতে দ্রবণটি সকল সময়ে একই নির্দিষ্ট তল বজায় রাখে। লোহার পাত্রটি স্টীমে পূর্ণ রাখা হয়। স্টীম দ্রবণটিকে উত্তপ্ত রাখে, দ্রবণের তড়িৎ-প্রতিরোধ শক্তি (resistance) কমাইয়া দেয় এবং মধ্যাবরকের ছিদ্রগুলি পরিষ্কার রাখে। লবণ-জল বিশুদ্ধ হওয়া প্রয়োজন। কারণ, লোহা প্রভৃতি

ধাতু দ্রবণে থাকিলে অদ্রবণীয় হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং ইহারা মধ্যাবরকের ছিদ্রগুলি বন্ধ করিয়া দেয়। সচ্ছিদ্র অ্যাসবেসটসের ( মধ্যাবরক ) ভিতর দিয়া লবণ-জল নিজভারে চুয়াইয়া পড়ে এবং এখানে ক্যাথোড ও অ্যানোডের ভিতর লবণ-জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণ হইয়া যায়। দ্রবণে জলের $H^+$ এবং $OH^-$ আয়ন ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের $Na^+$ এবং $Cl^-$ আয়ন আছে। তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয় হাইড্রোজেন এবং উহা একটি নির্গম-নলের পথে বাহির হইয়া যায়। অ্যানোডে সঞ্চিত হয় ক্লোরিন। আবদ্ধ অ্যাসবেস্টস কক্ষের উপরের দিকে অবস্থিত নির্গম-নলের মাধ্যমে এই ক্লোরিন গ্যাস বাহির হইয়া যায়। আর, নীচে অবস্থিত একটি পাত্রে $Na^+$ আয়ন ও $OH^-$ আয়ন অর্থাৎ $NaOH$ ( কস্টিক সোডা ) সঞ্চিত হয়।

এই পদ্ধতিতে উৎপন্ন ক্ষারীয় দ্রবণে কস্টিক সোডার পরিমাণ শতকরা 10—12 ভাগ। দ্রবণটি বাহির করিয়া লইয়া অনুপ্রেষ বাষ্পায়কে (vacuum evaporators) বাষ্পীভূত করা হয়। ইহার ফলে অপরিবর্তিত (unchanged) সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হয় এবং ইহাকে পৃথক্ করিয়া লওয়া হয়। অবশিষ্ট দ্রবণকে তাপের সাহায্যে প্রথমে শুষ্ক করিয়া পরে গলিত কস্টিক সোডায় পরিণত করা হইয়া থাকে। এই গলিত কস্টিক সোডাকে প্রয়োজনমতো দানা (globule) বা দণ্ডের আকারে ঢালাই করা হয়।

**বিক্রিয়া :**

সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং জল—উভয়েই আয়নিত হয়।

$$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

**ক্যাথোডে :** ধনাত্মক আয়নগুলি, $Na^+$ এবং $H^+$ ক্যাথোডের দিকে যায়। কিন্তু ক্যাথোড সংস্পর্শে কেবল $H^+$ ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া নিরপেক্ষ পরমাণুতে পরিণত হয়। কারণ, তড়িৎ-রাসায়নিক শ্রেণীতে হাইড্রোজেনের স্থান সোডিয়ামের নিচে। হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি জোড় বাঁধিয়া অণু গঠন করে এবং ক্যাথোড হইতে নির্গত হয়। স্বভাবতঃই $Na^+$ আয়ন দ্রবণে থাকিয়া যায়।

$$H^+ + e^- \rightarrow H, \; H + H \rightarrow H_2$$

**অ্যানোডে :** ঋণাত্মক আয়নগুলি, $Cl^-$ এবং $OH^-$ অ্যানোডের দিকে যায়। কিন্তু $OH^-$ আয়নের তুলনায় $Cl^-$-আয়নের গাঢ়তা অনেক বেশি বলিয়া $Cl^-$ আয়ন অ্যানোড সংস্পর্শে ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া নিরপেক্ষ পরমাণুতে পরিণত হয়। ক্লোরিন পরমাণুগুলি জোড় বাঁধিয়া ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। স্বভাবতঃই দ্রবণে $OH^-$ আয়ন থাকিয়া যায়।

$$Cl^- - e^- \rightarrow Cl, \; Cl + Cl \rightarrow Cl_2$$

(b) **সোডিয়াম কার্বনেট :**

**অ্যামোনিয়া সোডা পদ্ধতি বা সল্‌ভে পদ্ধতি** (Solvay process) **:**

এই পদ্ধতিতে কাঁচামাল হিসাবে প্রয়োজন : (১) গাঢ় লবণ-জল বা ব্রাইন,

(২) চুনাপাথর ($CaCO_3$), (৩) অ্যামোনিয়া ও (৪) কয়লা। অ্যামোনিয়া অবশ্য পরে এই পদ্ধতিতেই উপজাত হিসাবে পাওয়া যায়।

**প্রস্তুতি।** (i) ব্রাইনকে প্রথমে অ্যামোনিয়া দ্বারা সম্পৃক্ত করিয়া লইতে হয়। অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত ব্রাইনের মধ্যে অতিরিক্ত $CO_2$-গ্যাস প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। বাই-কার্বনেট যেই গঠিত হয়, উহা সঙ্গে সঙ্গে ব্রাইনের সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সোডিয়াম বাই-কার্বনেট এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। ব্রাইনে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট অতি অল্প দ্রাব্য। ফলে, উহার প্রায় সমস্তটুকুই অধঃক্ষিপ্ত হয়, আর অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণে থাকিয়া যায়। অধঃক্ষিপ্ত এই সোডিয়াম বাই-কার্বনেটকে ছাঁকিয়া পৃথক করা হয় এবং উত্তপ্ত করিয়া সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত করা হয়।

**বিক্রিয়া ঃ** $NH_3 + CO_2 + H_2O = (NH_4)HCO_3$

$$(NH_4)HCO_3 + NaCl = NH_4Cl + NaHCO_3$$

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

(ii) উপরি-উক্ত কাঁচামালগুলির মধ্যে অ্যামোনিয়াই সর্বাপেক্ষা দামী। সুতরাং, উপজাত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস পুনরুদ্ধার করিয়া আবার ব্রাইন সম্পৃক্তকরণে ব্যবহার করিতে হইবে। চুনের সাহায্যে এই অ্যামোনিয়া উদ্ধার করা হয়।

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

(iii) প্রয়োজনীয় $CO_2$ এবং চুন—উভয়ই চুনাপাথর হইতে পাওয়া যায় ঃ

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

**বিবরণ ঃ** সমস্ত পদ্ধতিটি মোটামুটি চারিটি প্রক্রিয়া-প্রণালীর সাহায্যে সম্পাদিত হয় ঃ (ক) ব্রাইনের অ্যামোনিয়া সম্পৃক্তকরণ, (খ) অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত ব্রাইনের অঙ্গারাম্লীকরণ বা কার্বোনেশন, (গ) বাই-কার্বনেট দগ্ধকরণ এবং (ঘ) অ্যামোনিয়ার পুনরুদ্ধার।

(ক) **ব্রাইনের অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্তি।** শঙ্কু আকৃতির তলদেশ-বিশিষ্ট একটি লোহার ট্যাঙ্কে ব্রাইন লইয়া উহার মধ্যে নীচ হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস পরিচালিত করা হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস উপরের দিকে বুদ্‌বুদের আকারে উঠিবার সময় উহাতে দ্রবীভূত হয়, ফলে ব্রাইন অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত হয়। অ্যামোনিয়ার দ্রবণ-কালে তাপের উদ্ভব হয়, সুতরাং উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়। উষ্ণতা বাড়িলে গ্যাসের দ্রাব্যতা কমিয়া যাইবে, এইজন্য ব্রাইনের মধ্যে ডুবানো একটি কুণ্ডলাকৃতি নলের ভিতর দিয়া শীতল-জল প্রবাহিত করা হইতে থাকে। উষ্ণতা 40° ~ 60°C-এর মধ্যে রাখা হয়। উদ্‌বৃত্ত বা অদ্রবীভূত অ্যামোনিয়া গ্যাস ট্যাঙ্কের উপরে অবস্থিত একটি ছোট স্তম্ভের মধ্যে প্রবেশ করে এবং উপরে উঠিতে থাকে। এই স্তম্ভের মধ্যে কতকগুলি সচ্ছিদ্র পার্টিশন আছে। উপরের

দিকে রাখা একটি ট্যাঙ্ক হইতে ধীরে ধীরে ব্রাইন এই স্তম্ভের মধ্যে প্রবাহিত করানো হয়। খাড়া নলের মাধ্যমে ব্রাইন কক্ষ হইতে কক্ষান্তরে নিচের দিকে যায় এবং প্রতিটি কক্ষের মেঝেতে ব্রাইনের একটি স্তর সৃষ্টি হয়। আর এক কক্ষ হইতে অপর কক্ষে অ্যামোনিয়ার প্রবেশ-পথে (স্তম্ভের মধ্যভাগে) এইরূপ আচ্ছাদন (hood) থাকে, যাহাতে ঊর্ধ্বগামী অ্যামোনিয়াকে মেঝের উপরে সঞ্চিত ব্রাইনের স্তরসমূহের মধ্য দিয়া যাইতে হয়। নিবিড় সংমিশ্রণের দরুন ব্রাইনে অ্যামোনিয়া দ্রবীভূত হইতে থাকে। সম্পূর্ণ অ্যামোনিয়াকে এইভাবে দ্রবীভূত করিয়া লওয়া হয়।

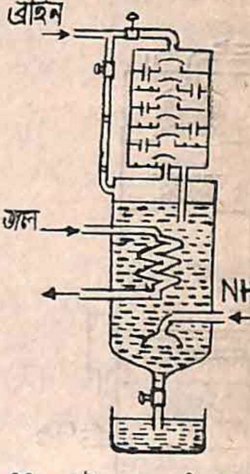



Fig. 36 : ব্রাইনের অ্যামোনিয়া সম্পৃক্তি

এখানে যে অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয়, উহাতে সর্বদাই কিছু কার্বন ডাই-অক্সাইড মিশ্রিত থাকে। ফলে, ব্রাইনস্থিত ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদির লবণগুলি কার্বনেট-রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O = (NH_4)_2CO_3$$
$$CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + 2NH_4Cl$$
$$MgCl_2 + (NH_4)_2CO_3 = MgCO_3 \downarrow + 2NH_4Cl$$

অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত দ্রবণ নীচের একটি হৌজে ( চিত্র 36 ) আসিয়া জমা হয়। অদ্রাব্য পদার্থগুলি থিতাইয়া নিচে জমা হয়।

**(খ) অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত ব্রাইনের অঙ্গারাম্লীকরণ :** প্রক্রিয়াটি 'সলভে স্তম্ভ' নামক একটি স্তম্ভে করা হয়। ইহা 70-90 ফুট উঁচু এবং ইহার ব্যাস 6 ফুট। ইহাতে আনুভূমিক কতকগুলি পার্টিশন আছে এবং উহাদের প্রতিটির কেন্দ্রস্থলে একটি করিয়া ছিদ্র আছে। ছিদ্রগুলির উপরে আবার এক একটি করিয়া সচ্ছিদ্র ঢাকনা থাকে। এই ঢাকনাগুলি অর্ধ-গোলাকার। অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত স্বচ্ছ ব্রাইনকে খানিকটা শীতল করা হয় এবং পাম্পের সাহায্যে সলভে স্তম্ভের উপরে লইয়া যাওয়া হয়। অতঃপর ইহাকে স্তম্ভের ভিতরে উহার উপর হইতে নীচের দিকে প্রবাহিত করানো হয়। আর অ্যামোনিয়াযুক্ত ব্রাইনের মধ্যে উচ্চ চাপে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস স্তম্ভের নীচ হইতে উপরের দিকে চালনা করা হয়। অ্যামোনিয়া ব্রাইন নীচের দিকে প্রবাহিত হইবার সময় সচ্ছিদ্র ঢাকনার মাধ্যমে একটি তাক তথা পার্টিশন হইতে নীচের তাকে আসে এবং ঊর্ধ্বগামী কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসে। সমগ্র ব্যবস্থাটির দরুন

কার্বন ডাই-অক্সাইডের যথার্থ বিশোষণ ঘটে এবং পূর্বোক্ত রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে শেষ পর্যন্ত সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় তাপ উদ্ভূত হয়। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বাই-কার্বনেটের দ্রাব্যতাও বাড়ে। স্তম্ভের নীচের অংশে কুণ্ডলীকৃত নলের ভিতর দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করাইয়া তাপমাত্রা 30° ডিগ্রীর কাছাকাছি রাখা হয়। খুব সূক্ষ্ম কেলাসের আকারে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ব্রাইনের মধ্যেই প্রলম্বিত থাকে। স্তম্ভের নীচের দিকে নির্দিষ্ট নির্গম-পথে স্তম্ভের মিশ্রণ বাহিরে আনা হয়।

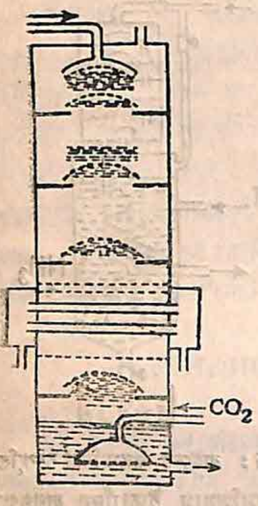



Fig. 37 : ব্রাইনের অঙ্গারাম্লীকরণ

ইহাকে ঘূর্ণায়মান শোষণ ফিল্টারে (rotary suction filter) ফিল্টার করা হয়। ইহা মূলতঃ ফেল্টের কাপড়ে মোড়া তারজালির ড্রাম। ইহাকে মিশ্রণের মধ্যে অর্ধ-নিমজ্জিত রাখিয়া পাম্পের সাহায্যে ভিতর হইতে বায়ু অপসারিত করা হয় এবং আস্তে আস্তে ঘুরানো হয়। ফেল্টের উপর $NaHCO_3$-এর কেলাস জমা হয় এবং পাম্পের টানে পরিস্রুত তরল ড্রামের ভিতর চলিয়া যায়। এই $NaHCO_3$-কে ফেল্ট হইতে আলাদা করিয়া লইয়া অল্প পরিমাণ শীতল জল দিয়া ধুইয়া লওয়া হয় এবং শুষ্ক করা হয়।

(গ) **বাই-কার্বনেট দগ্ধকরণ :** সোডিয়াম বাই-কার্বনেটকে একটি ঘূর্ণায়মান চুল্লীতে 180°C-তে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে, উহা বিভাজিত হইয়া সোডিয়াম কার্বনেট এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। এই কার্বন ডাই-অক্সাইড চুনাভাটি নির্গত কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত মিশাইয়া সলভে স্তম্ভে ব্যবহার করা হয়।

(ঘ) অ্যামোনিয়ার পুনরুদ্ধার। এই শিল্প-পদ্ধতিটির সার্থকতা নির্ভর করে উপজাত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে দামী অ্যামোনিয়া উদ্ধার করিয়া আবার ব্রাইন-সম্পৃক্তকরণে প্রয়োগের উপর। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট পৃথক করার পর যে পরিস্রুত তরল পাওয়া যায়, উহাতে সবটুকু $NH_4Cl$ থাকে। ছিদ্রযুক্ত প্লেট-সমন্বিত একটি উচ্চ স্তম্ভের উপর হইতে ঐ পরিস্রুত তরলটিকে নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। নীচ হইতে স্টীম এবং প্রায় মধ্যস্থল হইতে চুন-প্রলম্বিত জল প্রবেশ করানো হয়। স্টীমের উত্তাপে চুন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সম্পূর্ণ অ্যামোনিয়া নিষ্কাশিত করে। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া পুনরায় ব্রাইনকে সম্পৃক্ত করিতে পাঠানো হয়।

(c) ব্লিচিং পাউডার বা বিরঞ্জক চূর্ণ :

প্রস্তুতি : প্রায় শুষ্ক ফোটানো চুনের (স্লেকড লাইম) সহিত অনধিক 40° তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্প এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড বিমুক্ত ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ব্লিচিং পাউডার তথা বিরঞ্জক চূর্ণ উৎপন্ন হয়।

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 = Ca(OCl)Cl + H_2O$$

বাণিজ্যিক ভিত্তিতে ইহা কার্যে পরিণত করার একাধিক উপায় আছে।

হেজেনক্লেভারের (Hasenclever) পদ্ধতি :

সীসা বা লোহার কতকগুলি নল অনুভূমিকভাবে একটির উপরে আরেকটি সাজানো থাকে। সর্বোচ্চ নলে [ চিত্র 38 ] ফোটানো চুন প্রবেশ করানো হয় এবং একেবারে নীচের নলে ক্লোরিন প্রবেশ করানো হয়। পদ্ধতিটিতে লঘু ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি নলে আলোড়ক 'স্ক্রু' আছে। এই 'স্ক্রু'র সাহায্যে পূর্বোক্ত চুনকে ক্লোরিন প্রবাহের বিপরীত অভিমুখে ঠেলিয়া দেওয়া হয়। সুতরাং চুন উপরের নল হইতে নীচের নলে এবং ক্লোরিন উহার ঠিক বিপরীত অভিমুখে একটি নল হইতে অপর নলে উপরের দিকে যায়। এই প্রতিস্রোতী (counter-current) ব্যবস্থায় চুন এবং ক্লোরিন নিবিড় সংস্পর্শে আসে। একেবারে নীচের নল হইতে বিরঞ্জক চূর্ণ সংগ্রাহকে ভর্তি করা হয়।

আধুনিক যন্ত্রে 'স্ক্রু' থাকে না এবং ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নলগুলির পরিবর্তে বৃহৎ আকারের একটি ঘূর্ণায়মান লোহার চোঙ ব্যবহৃত হয়। ইহা আনত (inclined) অবস্থায় থাকে।

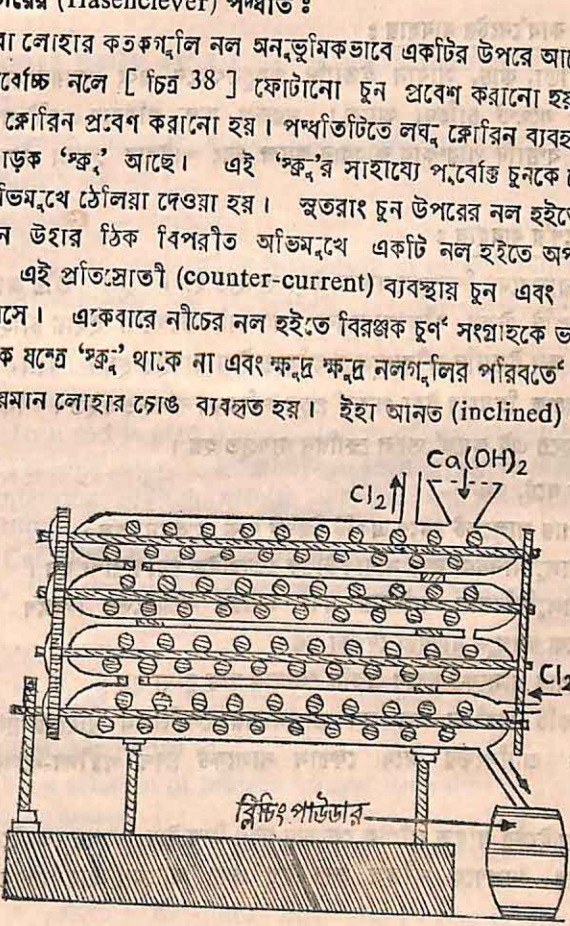



Fig. 38 : হেজেনক্লেভার যন্ত্রে বিরঞ্জক-চূর্ণ-প্রস্তুতি

উপর হইতে স্লেকড লাইম এবং নিচ হইতে ক্লোরিন প্রবেশ করানো হয়। তড়িৎ-বিশ্লেষণজাত ক্লোরিন বায়ুর সহিত মিশাইয়া লঘু করিয়া লওয়া হয়। জলের

সাহায্যে শীতল করিয়া চোঙের বিশেষ বিশেষ অঞ্চলের তাপমাত্রা যথোপযুক্ত নিয়ন্ত্রণে রাখিয়া উৎকৃষ্ট ধরনের বিরঞ্জক চূর্ণ প্রস্তুত করা হয়।

কস্টিক সোডার ব্যবহার :

নানা রকম শিল্পে কস্টিক সোডার প্রয়োজন হয়—(১) সাবান প্রস্তুতি, (২) কাগজ প্রস্তুতি, (৩) সোডিয়াম ধাতু উৎপাদন, (৪) কৃত্রিম সিল্ক উৎপাদন, (৫) বক্সাইটের শোধন, পেট্রোলিয়াম পরিষ্করণ প্রভৃতি নানা ব্যবসায়ে ইহা ব্যবহৃত হয়। বিকারক হিসাবেও ল্যাবরেটরীতে ইহার প্রয়োজন হয়।

সোডিয়াম কার্বনেটের ব্যবহার :

কস্টিক সোডা, কাচ, সাবান ইত্যাদি প্রস্তুতকরণে এবং রসায়নাগারে বিকারক হিসাবে ইহার যথেষ্ট চাহিদা আছে। খরজল মৃদু করিবার একটি পদ্ধতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। বস্ত্রাদি পরিষ্কার করিবার কাজে এবং খাইবার সোডা প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

বিরঞ্জক চূর্ণের ব্যবহার :

(i) ক্লোরোফরমের শিল্পোৎপাদনে ইহা ব্যবহৃত হয়। (ii) তীব্র জারণ ক্ষমতার দরুন ইহা একটি উত্তম বীজাণুনাশক এবং এই উদ্দেশ্যে ইহার চাহিদাও যথেষ্ট। নালা, নর্দমা, জল ইত্যাদি জীবাণুমুক্ত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। (iii) কাগজ এবং বস্ত্রশিল্পে বিরঞ্জক হিসাবে ইহা পূর্বে প্রচুর পরিমাণ ব্যবহৃত হইত। কিন্তু আজকাল বেশির ভাগ ক্ষেত্রে এই কার্যে তরল ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়।

31. কি ঘটে, যখন—

(a) কপার সালফেট দ্রবণে একটি জিঙ্ক দণ্ড ডুবানো হয়।

(b) অ্যালুমিনিয়াম দণ্ড মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণে রাখা হয়।

(c) অ্যালুমিনিয়াম পাউডার এবং আয়রন অক্সাইডের মিশ্রণে ম্যাগনেসিয়াম ফিতার সাহায্যে আগুন ধরাইয়া দেওয়া হয়।

(d) কপার সালফেট দ্রবণে একটি লোহার দণ্ড রাখা হয়।

(e) একটি পরীক্ষা-নলে কম তাপমাত্রায় সোডিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে ফেরাস সালফেট দ্রবণ পরীক্ষা-নলের গা বাহিয়া ঢালা হয়।

(f) বক্সাইটের সহিত কস্টিক সোডার দ্রবণ মিশাইয়া চাপের অধীনে উত্তপ্ত করা হয়। উৎপন্ন মিশ্রণকে শীতল করা হয় এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ফুটানো হয়।

(g) জিঙ্ক চূর্ণ কস্টিক সোডা দ্রবণে দেওয়া হয়।

(h) গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণের সহিত অ্যালুমিনা ফুটানো হয়। মিশ্রণটি শীতল

করা হয়। শীতল মিশ্রণে জল যোগ করিয়া লঘু করা হয় এবং উহার সহিত সদ্য অধঃক্ষিপ্ত $Al(OH)_3$ মিশানো হয়।

(i) সোডিয়াম নাইট্রেট দ্রবণে জিঙ্ক চূর্ণ ও কস্টিক সোডা দেওয়া হয় এবং সামান্য উত্তপ্ত করা হয়।

(j) ফেরিক ক্লোরাইড এবং অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্র দ্রবণে কস্টিক সোডা ক্রমশঃ দেওয়া হয়।

(k) কলিচুন এবং কার্বনের মিশ্রণ নিরপেক্ষ পরিবেশে তীব্রভাবে উত্তপ্ত করা হয়।

(l) ফেরিক অক্সাইড এবং কার্বনের তপ্ত মিশ্রণের ভিতর শুষ্ক ক্লোরিন প্রবাহিত করানো হয়।

(m) নিম্ন তাপমাত্রায় অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত ব্রাইনের ভিতর দিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করা হয়।

[What happens when :

(a) Zinc rod is placed in a solution of copper sulphate.

(b) Aluminium rod is placed in mercuric chloride solution.

(c) A mixture of aluminium powder and iron oxide is ignited with a magnesium ribbon.

(d) Iron rod is placed in a solution of copper sulphate.

(e) Ferrous sulphate solution is added down the side of a test tube containing sodium nitrate solution and conc. $H_2SO_4$ at low temperature.

(f) Caustic soda olution is added to bauxite and heated under pressure, the resulting mixture is cooled and boiled with ammonium chloride.

(g) Powdered zinc is added to caustic soda solution.

(h) Alumina is boiled with concentrated caustic soda solution, the mixture is cooled, diluted with water and then freshly precipitated $Al(OH_3)$ is added to it.

(i) To a solution of sodium nitrate zinc dust and caustic soda is added and warmed.

(j) Caustic soda solution is gradually added to a mixture of ferric chloride and aluminium chloride solution.

(k) A mixture of quick lime and carbon is strongly heated in neutral atmosphere.

(l) Dry chlorine is passed through a heated mixture of ferric oxide and carbon.

(m) Carbon dioxide is passed through brine solution saturated with ammonia at low temperature.]

উঃ। (a) জিঙ্ক দ্রবীভূত হইয়া কপারকে অধঃক্ষিপ্ত করে।

$$CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu \downarrow$$

(b) অ্যালুমিনিয়াম দ্রবীভূত হইয়া মারকারিকে অধঃক্ষিপ্ত করে।

$$2Al + 3HgCl_2 = 2AlCl_3 + 3Hg \downarrow$$

(c) আয়রন অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।

$$2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$$

(d) লোহা দ্রবীভূত হইয়া কপারকে প্রতিস্থাপিত করে।

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu$$

(e) সোডিয়াম নাইট্রেটের সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। নাইট্রিক অ্যাসিড ফেরাস সালফেট দ্বারা বিজারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গঠন করে। এই নাইট্রিক অক্সাইড অতিরিক্ত ফেরাস সালফেট কর্তৃক শোষিত হইয়া বাদামী রঙের যৌগ $Fe(NO)SO_4$ গঠন করে। ফলে, অ্যাসিড এবং দ্রবণের সংযোগস্থলে বাদামী রঙের বলয় তৈরী হয়।

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$$

$$6FeSO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$

$$FeSO_4 + NO = Fe(NO)SO_4$$

(f) বক্সাইটস্থিত অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালুমিনেট গঠন করিয়া দ্রবীভূত হয়। এই দ্রবণের সহিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ফুটাইলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$Al_2O_3 + 2NaOH = \underset{\text{অ্যালুমিনেট}}{2NaAlO_2} + H_2O$$

$$NaAlO_2 + NH_4Cl + H_2O = Al(OH)_3 + NH_3 + NaCl$$

(g) তপ্ত কস্টিক সোডা দ্রবণে জিঙ্ক দ্রবীভূত হইয়া জিঙ্কেট গঠন করে এবং হাইড্রোজেন নির্গত হয়।

$$Zn + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2$$

(h) গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণের সহিত ফুটাইলে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট গঠন করিয়া অ্যালুমিনা দ্রবীভূত হয়। পরে শীতল করিয়া জল মিশাইলে এবং সদ্য অধঃক্ষিপ্ত $Al(OH)_3$ যোগ করিলে দ্রবণ হইতে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$$

$$2NaAlO_2 + 4H_2O = 2Al(OH)_3 + 2NaOH$$

(i) অ্যামোনিয়া নির্গত হয় এবং দ্রবণে সোডিয়াম জিঙ্কেট গঠিত হয়।

$$NaNO_3 + 4Zn + 7NaOH = NH_3 + 4Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

(j) প্রথমে ফেরিক হাইড্রক্সাইড এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়, পরে অতিরিক্ত বিকারককে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট গঠন করিয়া অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত হয়।

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl$$
$$AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3 + 3NaCl$$
$$Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$$

(k) কলিচুন এবং কার্বনের মিশ্রণ অতি উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম কার্বাইড উৎপন্ন হয়। $CaO + 3C = CaC_2 + CO$

[বিঃ দ্রঃ—প্রশ্নটিতে "neutral"-এর পরিবর্তে সম্ভবতঃ "নাইট্রোজেন" হবে। এক্ষেত্রে ক্যালসিয়াম কার্বাইড নাইট্রোজেন শোষণ করিয়া ক্যালসিয়াম সায়ানামাইড গঠন করে।

$$CaC_2 + N_2 = CaNCN + C]$$

(l) অনাদ্র‍ ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$$
$$2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$$
$$\overline{Fe_2O_3 + 3C + 3Cl_2 = 2FeCl_3 + 3CO}$$

(m) অ্যামোনিয়ার সহিত কার্বন ডাই-অক্সাইড বিক্রিয়া করিয়া অ্যামোনিয়াম বাইকার্বনেট গঠন করে। এই অ্যামোনিয়াম বাইকার্বনেট ব্রাইনের সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়া করে এবং স্বল্প দ্রবণীয় সোডিয়াম বাইকার্বনেট গঠিত হয়।

$$NH_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_4HCO_3$$
$$NH_4HCO_3 + NaCl \rightleftharpoons NaHCO_3 + NH_4Cl$$

32. জারণ-সংখ্যার ভিত্তিতে সাধারণ জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার সমতা বিধান।

[ Balancing of common redox reactions through oxidation number method. ]

(ক) $K_2Cr_2O_7 + SO_2 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$

(খ) $KMnO_4 + SO_2 + H_2O = K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

(গ) $FeCl_3 + SnCl_2 = SnCl_4 + FeCl_2$

(ঘ) $FeS_2 + O_2 = Fe_2O_3 + SO_2$

(ঙ) $NaNO_3 + Zn + NaOH = Na_2ZnO_2 + NH_3 + H_2O$

(চ) $CuSO_4 + KI = Cu_2I_2 + I_2 + K_2SO_4$

(ক)

$$Cr_2O_7^{--} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} 2Cr^{3+}$$
$+12 \qquad +6$

6 একক হ্রাস

$$SO_2 \xrightarrow{\text{জারণ}} SO_4^{--}$$
$+4 \qquad +6$

2 একক বৃদ্ধি

হ্রাস-বৃদ্ধি সমান করার জন্য দ্বিতীয় অর্ধ-বিক্রিয়াকে 3 দ্বারা গুণ করিয়া পাই—
$3SO_2 \longrightarrow 3SO_4^{--}$

সমন্বয়িত দুইটি অর্ধ-বিক্রিয়া যোগ করিলে,

$$Cr_2O_7^{--} + 3SO_2 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3$$

সুতরাং, ডাইক্রোমেট এবং সালফার ডাই-অক্সাইড 1 : 3 আণবিক অনুপাতে বিক্রিয়া করে। যেহেতু বিক্রিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড মাধ্যমে ঘটে এবং সমস্ত পটাসিয়াম সালফেট হিসাবে আছে $K_2Cr_2O_7$-এর দুইটি পটাসিয়ামের জন্য এক অণু $H_2SO_4$ দরকার।

∴ সমীকরণটি দাঁড়ায়—

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3$$

এখন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ক্ষেত্রে সমতা রক্ষার জন্য ডানদিকে এক অণু জল যোগ করিলেই সম্পূর্ণ সামঞ্জস্য বিধান করা সমীকরণ পাওয়া যায়।

$$K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

(খ)

$$MnO_4^{-} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} Mn^{++}$$
$+7 \qquad +2$

5 একক হ্রাস

$$SO_2 \xrightarrow{\text{জারণ}} SO_4^{--}$$
$+4 \qquad +6$

2 একক বৃদ্ধি

হ্রাস-বৃদ্ধি সমান করার জন্য বিজারণ-সংক্রান্ত অর্ধবিক্রিয়াকে 2 দ্বারা এবং জারণ-সংক্রান্ত অর্ধ-বিক্রিয়াকে 5 দ্বারা গুণ করা হয়। অতঃপর দুইটি অর্ধ-বিক্রিয়া যোগ করিলে, $2MnO_4^{-} + 5SO_2 \rightarrow 2Mn^{++} + 5SO_4^{--}$

আণবিক সংকেত,

$$2KMnO_4 + 5SO_2 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

এখন হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের সমতার জন্য বাঁদিকে $2H_2O$ বসাইয়া পাই—

$$2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$$

(গ) $FeCl_3 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + FeCl_2$

| | |
|---|---|
| $Fe^{+3} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} Fe^{+2}$ <br> 1 একক হ্রাস | $Sn^{+2} \longrightarrow Sn^{+4}$ <br> 2 একক বৃদ্ধি |

সুতরাং, $FeCl_3$ এবং $SnCl_2$ 2 : 1 আণবিক অনুপাতে বিক্রিয়া করিবে।

$$2FeCl_3 + SnCl_2 \rightarrow 2FeCl_2 + SnCl_4$$

এই সমীকরণটি পর্যবেক্ষণ করিলে দেখা যায় যে উহার সমতা বিধান করা হইয়াছে।

অতএব, সমতা বিধান করা সমীকরণটি হইল ঃ

$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4$$

(ঘ) $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

এখানে দুটি জিনিস মনে রাখা দরকার—

(i) আয়রন এবং সালফার—উভয়েই জারিত হয়। প্রতিটি $FeS_2$-এর জারণে 1টি Fe এবং 2টি S পরমাণু জারিত হয়।

(ii) অক্সিজেন গ্যাসের বিজারণজাত পদার্থ Fe এবং সালফারের সহিত যুক্ত অবস্থায় থাকে।

| | |
|---|---|
| $2O^{\circ} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} 2\overset{-II}{O}$ <br> 4 একক হ্রাস | $\overset{II}{Fe} \xrightarrow{\text{জারণ}} \overset{III}{Fe}$ <br> 1 একক বৃদ্ধি <br> $2\overset{-I}{S} \xrightarrow{\text{জারণ}} 2\overset{+IV}{S}$ <br> $2\times(-1)$ $2(+4)$ <br> 10 একক বৃদ্ধি <br> সুতরাং, মোট বৃদ্ধি $= 1 + 10 = 11$ একক |

[ অতএব, ফেরাস সালফাইড এবং অক্সিজেন 4 : 11 আণবিক অনুপাতে বিক্রিয়া করিবে। ] জারণ সংক্রান্ত অর্ধ-বিক্রিয়া দুইটি 4 দ্বারা এবং বিজারণ-সংক্রান্ত অর্ধ-বিক্রিয়াকে 11 দ্বারা গুণ করিয়া যোগ করিলে,

$$4Fe(+II) + 8S(-I) + 22O^{\circ} \rightarrow 4Fe(+III) + 8S(+IV) + 22O(-II)$$

বা, $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

(ঙ)

$$NaNO_3 + Zn + NaOH = Na_2ZnO_2 + NH_3 + H_2O$$

$$\overset{+V}{NO_3^-} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} \overset{-III}{NH_3} \quad \text{(8 একক হ্রাস)}$$

$$\overset{0}{Zn} \xrightarrow{\text{জারণ}} \overset{+II}{ZnO_2^{=}} \quad \text{(2 একক বৃদ্ধি)}$$

হ্রাস-বৃদ্ধি সমান করার জন্য জারণ-সংক্রান্ত অর্ধ-বিক্রিয়াকে 4 দ্বারা গুণ করিয়া পাই

$$4\overset{0}{Zn} \longrightarrow 4\overset{+II}{ZnO_2^{=}}$$

ইহার সহিত বিজারণ-সংক্রান্ত অর্ধ-বিক্রিয়া যোগ করিলে,

$$NO_3^- + 4Zn \longrightarrow NH_3 + 4ZnO_2^{=}$$

যেহেতু ক্ষারীয় মাধ্যমে বিক্রিয়াটি ঘটে, আধানের সমতা বিধানের জন্য বাঁদিকে 7টি $OH^-$ যোগ করিতে হইবে।

$$NO_3^- + 4Zn + 7OH^- \longrightarrow NH_3 + 4ZnO_2^{=}$$

এখন ডানদিকে 2টি $H_2O$ বসাইলে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনের ক্ষেত্রেও সমতা আসে।

$$NO_3^- + 4Zn + 7OH^- \longrightarrow NH_3 + 4ZnO_2^{=} + 2H_2O$$

আণবিক সংকেত লিখিলে সমীকরণটি দাঁড়ায়—

$$NaNO_3 + 4Zn + 7NaOH = NH_3 + 4Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

(চ) $CuSO_4 + KI = Cu_2I_2 + I_2 + K_2SO_4$

$$\overset{+II}{Cu} \xrightarrow{\text{বিজারণ}} \overset{+I}{Cu} \quad \text{(1 একক হ্রাস)}$$

$$2\overset{-I}{I} \xrightarrow{\text{জারণ}} \overset{0}{I_2} \quad \text{(2 একক বৃদ্ধি)}$$

বিজারণ-সংক্রান্ত সমীকরণকে 2 দ্বারা গুণ করিয়া অপর অর্ধ-বিক্রিয়ার সমীকরণের সহিত যোগ করিলে,

$$2Cu^{++} + 2I^- \longrightarrow 2Cu^{+1} + I_2$$

আণবিক সঙ্কেতে

$$2CuSO_4 + 2KI \longrightarrow Cu_2I_2 + I_2$$

ভর-সংরক্ষণ বজায় রাখার জন্য

$$2CuSO_4 + 4KI = Cu_2I_2 + I_2 + 2K_2SO_4$$

# জৈব রসায়ন

33. ব্যাখ্যাসহ টীকা লেখ ঃ

(a) কার্বনের যোজ্যতা এবং কার্বন যৌগের চতুস্তলকীয় মডেল, (b) সমগণীয় শ্রেণী, (c) ক্রিয়াশীল ( ফাংশনাল ) গ্রুপ, (d) জৈব যৌগের সমাংশধর্ম ( আইসোমারিজম ), (e) ডাই-ক্লোরোবেঞ্জিনের ওরিয়েন্টেশন, (f) মারকনিকভের সূত্র, (g) ওজোন-বিশ্লেষণ, (h) সন্ধান, (i) রোজেনমাণ্ডের বিক্রিয়া, (j) ক্যানিজারো বিক্রিয়া, (k) কোল্‌বে-সংশ্লেষণ, (l) উর্জ বিক্রিয়া, (m) উর্জ-ফিটিগ বিক্রিয়া, (n) ফ্রিডেল-ক্র্যাফট্‌স বিক্রিয়া, (o) হ্যালোফর্‌ম বিক্রিয়া, (p) ডায়াজো-বিক্রিয়া, (q) হফ্‌ম্যানের অবনমন বিক্রিয়া, (r) ক্লিমেনসেন বিজারণ, (s) ইথেন, ইথিলীন এবং অ্যাসিটিলীনের বন্ধন কোণসমূহ এবং দেশ বিন্যাস।

[ Write explanatory notes on :

(a) Valency of carbon and tetrahedral space model of carbon compounds, (b) Homologous series, (c) Functional group, (d) Isomerism of organic compounds, (e) Orientation of dichloro benzene, (f) Markownikoff's rule, (g) Ozonolysis, (h) Fermentation, (i) Rosenmund reaction, (j) Cannizzaro reaction, (k) Kolbe synthesis, (l) Wurtz reaction, (m) Wurtz-Fittig reaction, (n) Friedel-Crafts reaction, (o) Haloform reaction, (p) Diazo-reaction, (q) Hofmann's degradation, (r) Clemmensen's reduction, (s) Bond angles in $C_2H_6$, $C_2H_4$ and $C_2H_2$ and their spatial arrangements. ]

উঃ। (a) <u>কার্বনের যোজ্যতা এবং কার্বন যৌগের চতুস্তলকীয় মডেল ঃ</u>

কার্বনের যোজ্যতা চার। কার্বনের বাহিরের বেষ্টনীতে চারিটি ইলেকট্রন আছে। বাহিরের বেষ্টনীর এই ইলেকট্রন অপর কার্বন পরমাণুর ( বা অন্য কোন পরমাণুর ) বাহিরের বেষ্টনীর ইলেকট্রনের সহিত ইলেকট্রন জোড় রচনা করে এবং সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত হয়। এইভাবে কার্বন এক-বন্ধ, দ্বি-বন্ধ বা ত্রি-বন্ধ দ্বারা যুক্ত হইতে পারে।

এক-বন্ধ $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot + \cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot \rightarrow \cdot\dot{\underset{\cdot}{C}} : \dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot$ , $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$

দ্বি-বন্ধ $:C: + :C: \rightarrow :C::C:$ , $=C=C=$

ত্রি-বন্ধ $\cdot C \vdots + C\cdot \rightarrow \cdot C \vdots \vdots C\cdot$ , $-C\equiv C-$

অন্যান্য মৌলের পরমাণুর সহিতও কার্বন এইভাবে এক-বন্ধ, দ্বি-বন্ধ বা ত্রি-বন্ধ দ্বারা যুক্ত হইতে পারে—

$$H-\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-H \qquad O=C=O \qquad H-C\equiv N$$

মিথেন    কার্বন ডাই-অক্সাইড    হাইড্রোজেন সায়ানাইড

কিন্তু কার্বনের যোজ্যতাগুলি সব একই তলে অবস্থান করে না। বিজ্ঞানী ভ্যাণ্ট হফ্ এবং বিজ্ঞানী লা বেল একই সময়ে কিন্তু স্বতন্ত্রভাবে কার্বন-যোজ্যতার চতুস্তলকীয় মতবাদ প্রস্তাব করেন। এই মতবাদ অনুযায়ী কার্বন-পরমাণু একটি কাল্পনিক চতুস্তলকের কেন্দ্রে অবস্থান করে এবং উহার যোজ্যতা-সমূহ যেন ঐ কেন্দ্র হইতে চতুস্তলকটির চারিটি কৌণিক বিন্দু অভিমুখে প্রসারিত। বহুবিধ ঘটনা এবং পরীক্ষা হইতে কার্বনের যোজ্যতার চতুস্তলকীয় বিন্যাস সমর্থিত হইয়াছে। চিত্র 39-এ কার্বন পরমাণুটিকে C দ্বারা এবং উহার যোজ্যতাগুলিকে দণ্ড B দ্বারা দেখানো হইয়াছে। যে কোন দুইটি যোজ্যতার মধ্যবর্তী কোণ 109°28″।

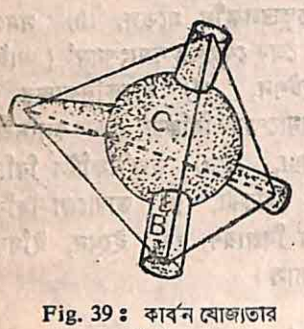



Fig. 39 : কার্বন যোজ্যতার চতুস্তলকীয় বিন্যাস

মিথেন অণুতে চারিটি হাইড্রোজেন পরমাণু একটি কার্বন পরমাণুর সহিত যুক্ত আছে। চতুস্তলকের চারিটি কৌণিক বিন্দুর প্রতিটিতে একটি করিয়া হাইড্রোজেন অবস্থান করে। স্বভাবতঃই বন্ধন কোণগুলির মান চতুস্তলকীয় কোণের সমান অর্থাৎ 109°28″। বন্ধন কোণ ∠HCH সবগুলিই সমান। সংলগ্ন ছবিতে মিথেন অণুর ত্রিমাত্রিক সংকেত দেখানো হইয়াছে।

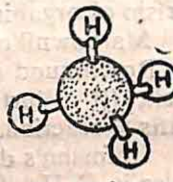



Fig. 40 : ত্রিমাত্রিক সংকেত

ইথেনে একটি কার্বন আর একটি কার্বনের সহিত এক-বন্ধ দ্বারা যুক্ত আছে। একটি কার্বন যখন আর একটি কার্বনের সহিত এক-বন্ধ দ্বারা যুক্ত থাকে, তখন প্রতিটি কার্বনের একটি করিয়া যোজ্যতা ঐ বন্ধন (bond) রচনায় নিযুক্ত হয়। সুতরাং, এক্ষেত্রে (চতুস্তলকীয় তত্ত্ব) একটি চতুস্তলক আর একটি চতুস্তলকের সহিত একটি মাত্র কৌণিক বিন্দুতে যুক্ত থাকে। স্বভাবতঃই কার্বন যোজ্যতার স্বাভাবিক বণ্টন ব্যবস্থার কোন পরিবর্তন হয় না। ফলে, বন্ধন-কোণগুলি সবই মিথেনের মতো। ∠HCH = ∠HCC = 109°28″। কার্বন-কার্বন বন্ধন দৈর্ঘ্য 1·53A।

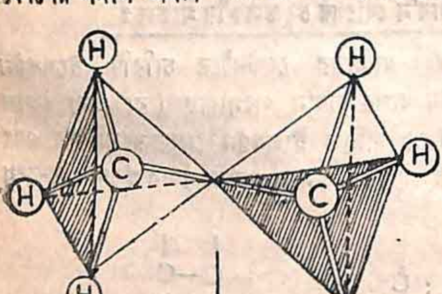



Fig. 41 : চতুস্তলকদ্বয় একটি কৌণিক বিন্দুতে যুক্ত

ইথিলীনে দুইটি কার্বন-পরমাণু আছে। এই কার্বন-পরমাণু দুইটি একটি দ্বি-বন্ধ দ্বারা যুক্ত থাকে। প্রতিটি কার্বন-পরমাণু আবার দুইটি করিয়া হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত। একটি দ্বি-বন্ধ রচনায় প্রতিটি কার্বন-পরমাণুর দুইটি করিয়া যোজ্যতা নিযুক্ত হয়। স্বভাবতঃই চতুস্তলকীয় তত্ত্বের পরিপ্রেক্ষিতে দুইটি চতুস্তলক পরস্পর দুইটি কৌণিক বিন্দুতে এখানে যুক্ত। দুইটি চতুস্তলকের একটি সমগ্র কিনারা বা ধার (edge) পরস্পর সংস্পর্শে (চিত্র 42) থাকে। ফলে, কার্বন-পরমাণু দুইটি, অবশিষ্ট চারিটি যোজ্যতা (প্রতিটি কার্বনের দুইটি করিয়া) এবং কাজেই চারিটি হাইড্রোজেন-পরমাণু সকলে একই সমতলে অবস্থান করে।

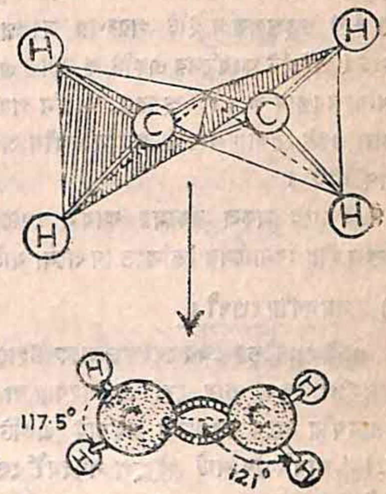



Fig. 42 : চতুস্তলকদ্বয় একটি সমগ্র কিনারা বরাবর পরস্পর যুক্ত

সুতরাং, ইথিলীন অণু সমতলীয় (flat) এবং দ্বি-বন্ধটি এই সমতলের সহিত অভিলম্ব হিসাবে থাকে। হাইড্রোজেন-পরমাণুসমূহ কাগজের সমতলে থাকিলে দ্বি-বন্ধ কাগজের সমতলের সহিত লম্বভাবে অবস্থিত সমতলে থাকে। আবার, দ্বি-বন্ধ কাগজের সমতলে থাকিলে ইহার সহিত লম্বভাবে অবস্থিত সমতলে সব কয়টি পরমাণু থাকে।

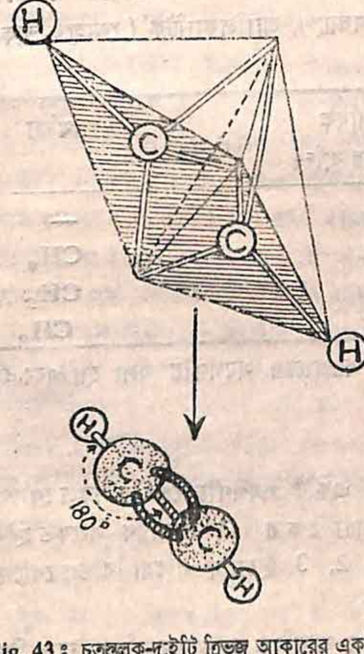



Fig. 43 : চতুস্তলক-দুইটি ত্রিভুজ আকারের একটি পৃষ্ঠ ব্যাপিয়া পরস্পর সংস্পর্শে থাকে

কার্বন যোজ্যতার স্বাভাবিক বণ্টন-ব্যবস্থা লোপ পায়। বন্ধন-কোণগুলি সব মিথেন বা ইথেন হইতে স্বতন্ত্র। তবে বন্ধন-কোণগুলি সব সমান, প্রায় 120° ডিগ্রীর মতো। $\angle HCC = 121°$ এবং $\angle HCH = 117{\cdot}5°$।

একটি ত্রি-বন্ধ দ্বারা অ্যাসিটিলীনের কার্বন-পরমাণু দুইটি যুক্ত আছে। ত্রি-বন্ধটি রচনায় প্রতিটি কার্বনের তিনটি করিয়া যোজ্যতা নিযুক্ত থাকে। সুতরাং

চতুস্তলকীয় তত্ত্বের পরিপ্রেক্ষিতে কার্বন চতুস্তলক দুইটি পরস্পর তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যুক্ত থাকিবে। স্পষ্টতঃই ত্রিভুজ আকারের একটি সমগ্র পিঠ ব্যাপিয়া (চিত্র 43) চতুস্তলক-দুইটি পরস্পর সংলগ্ন হইয়া থাকে। ফলে অবশিষ্ট যোজ্যতা দুইটি ( প্রতিটি কার্বনের একটি করিয়া ) এবং সংশ্লিষ্ট কার্বন-পরমাণু দুইটি একই রেখায় অবস্থান করে। সুতরাং, কার্বন পরমাণু দুইটি এবং হাইড্রোজেন পরমাণুসমূহ সকলে একই রেখায় থাকায় অ্যাসিটিলীন অণু একটি রৈখিক অণু। স্বভাবতঃই বন্ধন কোণ 180°।

এইভাবে সকল রকমের কার্বন যৌগের ত্রিমাত্রিক সংকেত কার্বন যোজ্যতার চতুস্তলকীয় বিন্যাসের ভিত্তিতে দেখানো যাইতে পারে।

**(b) সমগণীয় শ্রেণী :**

একই শ্রেণীভুক্ত জৈব যৌগগুলিকে উহাদের ক্রমবর্ধমান আণবিক গুরুত্ব অনুযায়ী সাজাইলে দেখা যায় যে, ঐ সমবায় বা শ্রেণীর অন্তর্গত যে-কোন দুইটি নিকটতম প্রতিবেশীর সংকেতের মধ্যে সর্বদাই একটি '$CH_2$' পরমাণুপুঞ্জের ব্যবধান থাকে। '$CH_2$' পার্থক্যবিশিষ্ট এইরূপ **সমধর্মী যৌগসমূহের এক-একটি শ্রেণীকে সমগণীয় শ্রেণী** (homologous series) **বলে**। উদাহরণস্বরূপ, অ্যালিফ্যাটিক ( স্নেহকেন্দ্রিক ) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনসমূহকে লওয়া যাউক :

| হাইড্রোকার্বনের নাম | সংকেত | আণবিক গুরুত্বের বৃদ্ধি | পার্থক্য |
|---|---|---|---|
| মিথেন | $CH_4$ | | — |
| ইথেন | $CH_3-CH_3$ | | $CH_2$ |
| প্রপেন | $CH_3-CH_2-CH_3$ | | $CH_2$ |
| বিউটেন | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ | ↓ | $CH_2$ |

একই সমগণীয় শ্রেণীর সকল যৌগকে পরস্পরের সমগণীয় বলা হয় এবং এই ঘটনাকে **সমসংস্থা** (homology) বলে।

**সমগণীয় শ্রেণীর বৈশিষ্ট্যগুলি হইল :**

(i) একটি **সাধারণ সংকেতের** সাহায্যে **একটি** সমগণীয় শ্রেণীর সকল যৌগের আণবিক সংকেত প্রকাশ করা যায়। আলোচ্য ক্ষেত্রে এই সাধারণ সংকেত হইল $C_nH_{2n+2}$ ; এবং $n$-এর মান যথাক্রমে 1, 2, 3 ইত্যাদি ধরিয়া বিভিন্ন যৌগের আণবিক সংকেত পরপর পাওয়া যাইতে পারে।

(ii) কোন শ্রেণীর অন্তর্গত যে-কোন যৌগের আণবিক সংকেতের সহিত উহার ঠিক আগের এবং পরের যৌগের আণবিক সংকেতে একটি $CH_2$ পরমাণুপুঞ্জের ব্যবধান থাকে।

(iii) একই শ্রেণীভুক্ত যৌগগুলি কম-বেশি সমধর্মী, আণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ধর্মের ক্রম পরিবর্তন হয়।

এক-একটি $CH_2$ পরমাণুপুঞ্জের বৃদ্ধিতে ভৌতধর্মের পরিবর্তনে একটি নিয়মিত ক্রম দেখা যায়। এই বৃদ্ধির দরুন গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক ইত্যাদি বাড়ে, কিন্তু দ্রাব্যতা এবং রাসায়নিক সক্রিয়তা সাধারণতঃ কমে।

(iv) কোন সমগণীয় শ্রেণীর সকল যৌগের প্রস্তুতির কতিপয় পদ্ধতি হুবহু এক, অর্থাৎ সমগণীয় সকল যৌগ-প্রস্তুতিতে একই রকমের পদ্ধতিসমূহ প্রয়োগ করা যাইতে পারে। এই পদ্ধতিসমূহকে একটি নির্দিষ্ট সমগণীয় শ্রেণীর যৌগ **প্রস্তুতির সাধারণ পদ্ধতি** (general methods of preparation) বলে।

**উপযোগিতা :**

সমগণীয় শ্রেণীর ধারণা অসংখ্য ও বিচিত্র জৈব যৌগসমূহের সহিত আমাদের পরিচয়ের পথ অনেকটা সহজ করিয়াছে। অর্থাৎ, জৈব রসায়নের অনুশীলন অপেক্ষাকৃত সহজ ও সরল হইয়াছে। কারণ, বহু রকমের সাদৃশ্য আছে, এইরূপ যৌগসমূহ একই শ্রেণীভুক্ত হওয়ায় প্রতিনিধি স্থানীয় কয়েকটি যৌগের ধর্মাবলী অনুশীলন করিয়া গোটা পরিবারটি সম্পর্কে একটি সামগ্রিক ধারণা লাভ করা যায়। সুতরাং, একটি গোষ্ঠীর কয়েকটি সম্পর্কে সম্যক্ জ্ঞান থাকিলে অজ্ঞাত প্রকৃতির সমগণীয় যৌগের প্রকৃতি সম্পর্কে ভবিষ্যদ্বাণী করা যাইতে পারে। সীমিতভাবে হইলেও সমগণীয় শ্রেণীর নীতি জৈব যৌগসমূহের সকল গোষ্ঠীর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য বলিয়া ইহা বৈচিত্র্যের মধ্যে ঐক্যের সন্ধান দিয়াছে। ফলে, আমাদের স্মৃতিশক্তিকে অনাবশ্যক চাপের হাত হইতে ইহা রক্ষা করিয়াছে।

বস্তুতঃ জৈব-রসায়ন-চর্চায় স্বতন্ত্র এক-একটি যৌগের বৈশিষ্ট্যের উপর যতটা গুরুত্ব আরোপ করা হয়, তাহার চেয়ে বেশি গুরুত্ব আরোপ করা হয় শ্রেণীগত বৈশিষ্ট্যের উপর। জৈব রসায়নের এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত আমরা সমগণীয় শ্রেণী দেখিতে পাই। অতএব, জৈব রসায়নকে সমগণীয় শ্রেণীর রসায়ন (chemistry of homologous series) হিসাবে গণ্য করা যাইতে পারে। ফাংশনাল (ক্রিয়াশীল) গ্রুপ-ভিত্তিক শ্রেণীবিভাগের দরুন সমগণীয় শ্রেণীর ধারণা জৈব রসায়নকে একটি সুশৃংখল ও সুব্যবস্থিত ভিত্তির উপর দাঁড় করাইয়াছে।

**(c) ফাংশনাল গ্রুপ বা ক্রিয়াশীল গ্রুপ :**

কেবল কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত যৌগকে **হাইড্রোকার্বন** বলে। হাইড্রোকার্বন হইল আদি বা জনক জৈব যৌগ। অন্যান্য যৌগগুলিকে ইহাদের জাতক বলিয়া ভাবা যাইতে পারে। এই অসংখ্য জৈব যৌগ তুলনামূলকভাবে অল্প সংখ্যক বিভিন্ন প্রকৃতির অংশের সমষ্টি। উপাদানগত এই অংশগুলিকে দুইটি বৃহৎ ভাগে ভাগ করা যাইতে পারে—**ক্রিয়াশীল** বা **ফাংশনাল গ্রুপ** এবং **হাইড্রোকার্বন গ্রুপ** বা **মূলক**।

শেষোক্তটি সাধারণতঃ অপেক্ষাকৃত সুস্থির বা নিষ্ক্রিয়। এবং এই কার্বন-হাইড্রোজেন কাঠামোর চেয়ে প্রথমটি অর্থাৎ ক্রিয়াশীল গ্রুপের উপর জৈব যৌগের ধর্ম ও বিক্রিয়া অনেক বেশি নির্ভরশীল। সংজ্ঞা ক্রিয়াশীল নির্দেশ করে যে, ইহারা তুলনামূলকভাবে রাসায়নিক সক্রিয় এবং ইহার দরুনই একটি জৈব যৌগ বিশিষ্ট ধর্মসম্পন্ন (রাসায়নিক) হইয়া থাকে। সুতরাং, যে-পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ জৈব যৌগের শ্রেণীগত গঠন-কাঠামোর পরিচায়ক এবং একইসঙ্গে রাসায়নিক ধর্ম মূলতঃ নিয়ন্ত্রণ করে বা যাহার উপর জৈব যৌগের শ্রেণী বৈশিষ্ট্যবাচক রাসায়নিক ধর্মাবলী মূলতঃ নির্ভরশীল, তাহাকে ক্রিয়াশীল গ্রুপ বা ফাংশনাল গ্রুপ বলে। উদাহরণস্বরূপ, মিথাইল অ্যালকোহল $CH_4O$-কে $CH_3$—মিথাইল এবং $-OH$ হাইড্রক্সিল—এই দুই অংশে ভাঙা যাইতে পারে। সেইরূপ ইথাইল অ্যালকোহল $C_2H_6O$-কে আমরা $C_2H_5$ —ইথাইল এবং $-OH$ হাইড্রক্সিল এই গ্রুপ-দুইটির সমবায় হিসাবে ভাবিতে পারি। গ্রুপ $CH_3$- এবং গ্রুপ $C_2H_5$- হইল যথাক্রমে মিথাইল এবং ইথাইল অ্যালকোহলস্থিত হাইড্রোকার্বন গ্রুপ বা তথাকথিত মূলক। এখানে লক্ষণীয় যে, উভয়ক্ষেত্রেই ক্রিয়াশীল গ্রুপ হইল হাইড্রক্সিল ($-OH$) গ্রুপ; ইহার উপরই ইহাদের রাসায়নিক ধর্ম মূলতঃ নির্ভর করে। স্বভাবতঃই ইহাদের রাসায়নিক ধর্ম মোটামুটি একই রকমের এবং রাসায়নিক ধর্মাবলীর বিচারে ইহারা একই গোষ্ঠীভুক্ত যৌগ। এবং এই যৌগসমূহের শ্রেণীগত নাম অ্যালকোহল বা কোহল। সকল অ্যালকোহলেই হাইড্রক্সিল গ্রুপ ($-OH$) আছে, অ্যালকোহলের ধর্ম অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল গ্রুপেরই ধর্ম। সেইরূপ সকল কিটোনে $>CO$ গ্রুপ, সকল কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে কার্বক্সিল গ্রুপ $-COOH$ থাকে··· ইত্যাদি। এই কারণেই সকল কিটোনের বা সকল কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের মূল ধর্মগুলি মোটামুটি এক বা অভিন্ন।

অ্যালকিল হ্যালাইডের ক্রিয়াশীল গ্রুপ হইল হ্যালোজেন-পরমাণু এবং অ্যালকিনসমূহের ক্ষেত্রে ইহা হইল কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধ। ক্রিয়াশীল গ্রুপের সহিত যুক্ত অ্যালকিল গ্রুপ বা গ্রুপগুলি উপযুক্ত পরিবেশে অ্যালকেনের আদর্শ বিক্রিয়াবলী প্রদর্শন করে। যাহা হউক, উপরোক্ত যৌগগুলির প্রতিটির বৈশিষ্ট্যবাচক বিক্রিয়াগুলি হইল সেই সকল বিক্রিয়া, যাহা হাইড্রক্সিল গ্রুপে, কার্বনিল ($>CO$) গ্রুপে, হ্যালোজেন-পরমাণুতে বা কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধ ইত্যাদিতে ঘটে।

সুতরাং, **যে-পরমাণু বা পরমাণুপুঞ্জ একই গোষ্ঠীভুক্ত জৈব যৌগের শ্রেণীগত রাসায়নিক ধর্মাবলীর জন্য মূলতঃ দায়ী, উহাকে ফাংশনাল বা ক্রিয়াশীল গ্রুপ বলে।** এই অসংখ্য জৈব যৌগসমূহকে উহাদের অণুস্থিত ক্রিয়াশীল গ্রুপের ভিত্তিতে অপেক্ষাকৃত অল্পসংখ্যক গোষ্ঠী তথা শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। প্রকৃতপক্ষে, জৈব যৌগসমূহকে কার্বন-শৃঙ্খলের ভিত্তিতে কয়টি প্রধান ভাগে ভাগ করা হয়। প্রতিটি বিভাগের যৌগসমূহকে আবার ফাংশনাল গ্রুপের ভিত্তিতে কয়েকটি গোষ্ঠীতে বিভক্ত করা হয়।

সুতরাং, বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপকে বিভিন্ন নাম দেওয়া হইয়াছে। যে জৈব

যোগসমূহে একই ফাংশনাল গ্রুপ আছে, উহাদের একই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত করিয়া উহাদের একটি শ্রেণীগত নাম দেওয়া হইয়াছে। এখানে মনে রাখা দরকার যে, একই যৌগে একাধিক একই বা বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপও থাকিতে পারে। যেমন—

$$\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

গ্লাইকল

$CH_3CHOHCOOH$

হাইড্রক্সি প্রপিওনিক অ্যাসিড

বা

ল্যাকটিক অ্যাসিড

(d) সমাংশধর্ম :

জৈব রসায়নে অনেক ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, একাধিক যৌগ একই আণবিক সংকেত দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ, একটি আণবিক সংকেত দুই বা ততোধিক যৌগকে বুঝাইয়া থাকে। এই কারণে আণবিক সংকেত জৈব যৌগের পরিচিতির পক্ষে যথেষ্ট নহে। আণবিক সংকেত হইতে যদিও অণুস্থিত প্রতি প্রকারের পরমাণুর সংখ্যা জানা যায়, ইহা হইতে অণুর মধ্যে উহাদের সজ্জা বা বিন্যাস-ব্যবস্থা জানা যায় না। স্বভাবতঃই একই আণবিক সংকেতের হওয়া সত্ত্বেও এই যৌগসমূহের একটির সহিত অপরটির কমপক্ষে একটি ভৌত বা রাসায়নিক ধর্মে পার্থক্য আছে। এই ঘটনা **সমাংশধর্ম** (isomerism) নামে পরিচিত এবং একই আণবিক সংকেতবিশিষ্ট যৌগসমূহকে পরস্পরের **সমাংশক** (isomers বা isomerides) বলে ; গ্রীক *isos* অর্থ equal বা সম এবং *meros* অর্থ part বা অংশ। সুতরাং, **একই আণবিক সংকেতের বিভিন্ন যৌগকে পরস্পরের সমাংশক বলা হয়, আর এই ঘটনাকে সমাংশধর্ম বলে।** উদাহরণস্বরূপ $C_4H_{10}O$ এই আণবিক সংকেতের কমপক্ষে সাতটি যৌগ আছে। ইহারা পরস্পরের সমাংশক। যেহেতু সমাংশক অণুসমূহে উপাদান-পরমাণু-সমূহ ( একই প্রকারের ) সমসংখ্যায় থাকে, উহাদের ধর্মের পার্থক্যের কারণ অর্থাৎ সমাংশধর্মের অস্তিত্বের কারণ অণুর মধ্যে পরমাণুসমূহের আপেক্ষিক সজ্জা বা বিন্যাসের বিভিন্নতা।

সমাংশধর্ম দুই রকমের—(i) **গঠনগত** (structural) **সমাংশধর্ম** এবং (ii) **স্টেরিওআইসোমারিজম** বা **ত্রিমাত্রিক** (stereo বা space) **সমাংশধর্ম**।

(i) **যে ক্ষেত্রে কেবল বিভিন্ন গঠনমূলক সংকেত** (conventional structure) **দ্বারা সমাংশকগুলির অস্তিত্ব ব্যাখ্যা করা যায়, অর্থাৎ সমাংশকগুলির বিভিন্নতা উহাদের গঠন-কাঠামোর বিভিন্নতার দরুন সেই ধরনের সমাংশধর্মকে গঠনগত সমাংশধর্ম বলে।** সুতরাং, একই আণবিক-সংকেত-বিশিষ্ট বিভিন্ন পদার্থ যাহাদের গঠনমূলক সংকেত বিভিন্ন, তাহারা গঠনগত সমাংশক নামে পরিচিত। এখানে মনে রাখা প্রয়োজন যে, সমাংশকগুলির পৃথক অস্তিত্ব ব্যাখ্যা করিবার জন্য অণুর মধ্যে পরমাণুসমূহের সজ্জার বিভিন্নতা দেখানো হইলেও উহাদের ত্রিমাত্রিক বিন্যাসের (three dimensional

arrangement) কথা বিবেচনা করা হয় না। কেবল সামতলিক চিত্রে ( plane diagram) কি অনুক্রমে পরমাণুসমূহ যুক্ত থাকে তাহার সাহায্যে বিন্যাসের বিভিন্নতা দেখাইয়া সমাংশকগুলির অস্তিত্ব ব্যাখ্যা করা হয়।

**গঠনগত সমাংশধর্ম আবার তিন ধরনের :—**

(a) শৃঙ্খল বা নিউক্লিয় সমাংশধর্ম (Chain or nuclear isomersim) :

কার্বন-পরমাণুসমূহের সজ্জা, অর্থাৎ, কার্বন-শৃঙ্খলের কাঠামোর তথা অণুর নিউক্লিয়াসের বিভিন্নতার দরুন যে সমাংশধর্ম, তাহাকে শৃঙ্খল বা নিউক্লিয় সমাংশধর্ম বলে। যেমন *n*-বিউটেন এবং আইসোবিউটেন।

$CH_3CH_2CH_2CH_3$
*n*-বিউটেন

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$$
আইসোবিউটেন

(b) অবস্থানগত সমাংশধর্ম ( Position isomerism) :

এখানে কার্বন শৃঙ্খলের কাঠামো একই, অর্থাৎ, নিউক্লিয়াসে কোন পার্থক্য নাই কিন্তু ঐ কাঠামো বা নিউক্লিয়াসে প্রতিস্থাপকের (substituent) অবস্থান বিভিন্ন। যেমন—দুইটি প্রপাইল অ্যালকোহল ( *n*-প্রপাইল অ্যালকোহল এবং আইসোপ্রপাইল অ্যালকোহল ) অবস্থানগত সমাংশধর্মের একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

$CH_3CH_2CH_2OH$
*n*-প্রপাইল অ্যালকোহল
( 1-প্রপানল )

$CH_3CHOHCH_3$
আইসোপ্রপাইল অ্যালকোহল
( 2-প্রপানল )

**সুতরাং, প্রতিস্থাপকের ( বা ফাংশনাল গ্রুপের ) অবস্থানের বিভিন্নতার দরুন যে-সমাংশধর্ম, তাহাকে অবস্থানগত সমাংশধর্ম বলে।**

(c) ফাংশনাল গ্রুপগত বা ক্রিয়াশীল মূলকগত সমাংশধর্ম (Functional group isomerism) :

একই আণবিক সংকেত কিন্তু বিভিন্ন ক্রিয়াশীল গ্রুপ বিশিষ্ট যৌগসমূহ এই সমাংশধর্ম প্রদর্শন করে। **সুতরাং, বিভিন্ন ক্রিয়াশীল বা ফাংশনাল গ্রুপ থাকার দরুন যে সমাংশধর্ম, তাহাকে ক্রিয়াশীল মূলকগত বা ফাংশনাল গ্রুপগত সমাংশধর্ম বলে।** যেমন—ডাইমিথাইল ইথার এবং ইথানল ; ফাংশনাল গ্রুপগত সমাংশক। ইথারের ফাংশনাল তথা ক্রিয়াশীল গ্রুপ হইল ইথারীয় বন্ধন (ethereal linkage) এবং ইথানলের ফাংশনাল ( ক্রিয়াশীল ) গ্রুপ হইল অ্যালকোহলিক হাইড্রক্সিল।

$CH_3-O-CH_3$ ( ডাইমিথাইল ইথার )
ফাংশনাল গ্রুপ —O—

$CH_3\ CH_2\ OH$ ( ইথানল )
ফাশংনাল গ্রুপ —OH

গোড়ায় 'মেটামারিজম' শব্দটি ব্যাপক অর্থে ব্যবহৃত হয়। ফাংশনাল গ্রুপগত সমাংশধর্মকে ইহার অন্তর্ভুক্ত করা হয়। পরে ইহাকে এক বিশেষ ধরনের গঠনগত সমাংশধর্ম হিসাবে গণ্য করা হয়। **যে কোন এক সমগণীয় শ্রেণীর যৌগসমূহের যে-সমাংশধর্মের ক্ষেত্রে সমাংশকগুলির স্বাতন্ত্র্য কোন এক নির্দিষ্ট পরমাণুর সহিত যুক্ত গ্রুপগুলির প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল, উহাকেই মেটামারিজম্ বলা হয়।** $C_4H_{10}O$ এই আণবিক সংকেতের তিনটি মেটামার আছে; ডাই ইথাইল ইথার ($C_2H_5—O—C_2H_5$) মিথাইল *n*-প্রপাইল ইথার ($CH_3—O—CH_2CH_2CH_3$) এবং মিথাইল আইসোপ্রপাইল ইথার [$CH_3—O—CH(CH_3)_2$]। ইহারা সকলেই ইথার। প্রথমটিতে অক্সিজেনের সহিত দুইটি ইথাইল ($C_2H_5—$) গ্রুপ যুক্ত আছে। দ্বিতীয়টিতে ঐভাবে যুক্ত অ্যালকিল গ্রুপ দুইটি হইল মিথাইল ($CH_3—$) এবং প্রপাইল ($CH_3CH_2CH_2—$)। আর তৃতীয়টির একটি গ্রুপ মিথাইল ($—CH_3$) এবং অপরটি আইসোপ্রপাইল $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!CH—$। সুতরাং, যৌগ তিনটির স্বতন্ত্র অস্তিত্ব অর্থাৎ এই সমাংশধর্মের কারণ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত গ্রুপগুলির বিভিন্নতা।

**টটোমারিজম** হইল ফাংশনাল গ্রুপগত সমাংশধর্মের এক বিশেষ রূপ। সুতরাং, ইহাও এক প্রকারের গঠনগত সমাংশধর্ম। এই সমাংশকগুলি পরস্পর রূপান্তরযোগ্য এবং ইহাদিগকে **টটোমার বা দশান্তর সমাংশক** (tautomer) বলে। আর এই ঘটনাকে টটোমারিজম বলা হয়। এই সমাংশধর্মে সমাংশকগুলি পরস্পরের মধ্যে একটি সাম্য বজায় রাখে।

যেমন—

$$\underset{\text{কিটো}}{CH_3—\overset{\displaystyle CH_3\atop|}{C}=O} \;\rightleftharpoons\; \underset{\text{ইনল}}{H_2C=\overset{\displaystyle CH_3\atop|}{C}—OH}$$

(e) **ডাইক্লোরো বেঞ্জিনের ওরিয়েণ্টেশন :**

বেঞ্জিনের দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু দুইটি ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে প্রতিস্থাপক দুইটির আপেক্ষিক অবস্থান অনুযায়ী তিনটি অবস্থান সমাংশকের অস্তিত্ব সম্ভব। যেহেতু ছয়টি হাইড্রোজেন পরমাণুই পরস্পর সমতুল্য, 1 : 2 এবং 1 : 6 অবস্থানগুলি পরস্পর সদৃশ, অর্থাৎ 1 : 2 = 1 : 6। সেইরূপে 1 : 3 এবং 1 : 5 অবস্থানগুলি পরস্পর তুল্যমূল্যবিশিষ্ট, বা 1 : 3 = 1 : 5। দ্বি-প্রতিস্থাপিত প্রথম প্রকারের জাতককে **অর্থো-যৌগ** অর্থাৎ অর্থো ডাইক্লোরো বেঞ্জিন বলে। দ্বি-প্রতিস্থাপিত

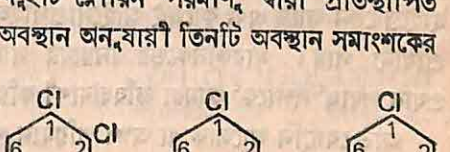


Fig. 44

দ্বিতীয় প্রকারের যৌগ **মেটা-যৌগ**। অর্থাৎ, মেটা ডাইক্লোরোবেঞ্জিন নামে পরিচিত। আর প্রতিস্থাপক-দুইটি একেবারে বিপরীত দিকে থাকিলে, অর্থাৎ, 1 : 4 জাতককে **প্যারা-যৌগ** বলে। সুতরাং, মোট তিনটি ডাইক্লোরো বেঞ্জিন সম্ভব এবং বাস্তবে তিনটিই জানা আছে। ইহাদের সংক্ষেপে যথাক্রমে *o-*, *m-* এবং *p-* দ্বারা বোঝানো হয়।

(f) মারকনিকভের নিয়ম :

অপ্রতিসম (unsymmetrical) অ্যালকিনসমূহের ক্ষেত্রে অ্যাসিডিক বিক্রিয়কের সংযোগ-প্রক্রিয়া দুইভাবে ঘটিতে পারে। যেমন—প্রপিলীনের সহিত হাইড্রোজেন আয়োডাইডের সংযোগে *n*-প্রপাইল আয়োডাইড বা উহার সমাংশক (isomer) আইসো-প্রপাইল আয়োডাইড গঠিত হইতে পারে :

$$CH_3\overset{2}{C}H = \overset{1}{C}H_2 \xrightarrow{HI} \begin{cases} CH_3CH_2CH_2I \text{ ($n$-প্রপাইল আয়োডাইড)} \\ CH_3CHICH_3 \text{ (আইসোপ্রপাইল আয়োডাইড)} \end{cases}$$

ইহা প্রপিলীনে দ্বি-বন্ধ দ্বারা যুক্ত কার্বন পরমাণু দুইটির কোনটিতে হাইড্রোজেন এবং কোনটিতে হ্যালোজেন যুক্ত হয় অর্থাৎ যুত বিক্রিয়ার ওরিয়েণ্টেশন বা গতিপথের (direction of addition) উপর নির্ভর করে। পরীক্ষায় দেখা যায় যে, এক্ষেত্রে আইসোপ্রপাইল আয়োডাইডের উৎপাদন খুব বেশি প্রাধান্য পায়। প্রকৃতপক্ষে এই ধরনের বহু বিক্রিয়া সতর্ক পরীক্ষা-নিরীক্ষা করিয়া রুশ দেশীয় বিজ্ঞানী মারকনিকভ (Markownikoff) দেখিলেন যে, সম্ভাব্য সমাংশক-দুইটির মধ্যে একটির উৎপাদনই সাধারণতঃ প্রাধান্য পায়। 1869-71 খ্রীষ্টাব্দে এই সম্পর্কে তিনি একটি নিয়ম (rule) প্রকাশ করেন। ইহা তাঁহার নামানুসারে **'মারকনিকভের নিয়ম'** বলিয়া খ্যাত। নিয়মটি বলে : **অ্যালকিনের কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধে অ্যাসিডের আয়নীয় সংযোগের বেলায় যে কার্বনে বেশি হাইড্রোজেন থাকে, সেই কার্বনে অ্যাসিডের হাইড্রোজেন যুক্ত হয়।** প্রপিলীনে 2নং কার্বনের চেয়ে 1নং কার্বনে বেশি সংখ্যক হাইড্রোজেন আছে এবং কাজেই আইসোপ্রপাইল আয়োডাইডের উৎপাদনই খুব বেশি প্রাধান্য পায়। মারকনিকভের নিয়মের সাহায্যে বহু বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়াজাত প্রধান পদার্থ সম্পর্কে আমরা ভবিষ্যদ্বাণী করিতে পারি।

অতি বেগুনি আলোক বা অল্প পরিমাণ পার-অক্সাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিনের সহিত হাইড্রোজেন **ব্রোমাইডের** যুত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে মারকনিকভের নিয়মের ব্যতিক্রম দেখা যায়। মারকনিকভের নিয়মানুসারে যে কার্বনে হাইড্রোজেন এবং যে কার্বনে হ্যালোজেন যুক্ত হইবার কথা, এখানে সংযোগ বস্তুতঃ উহার ঠিক বিপরীতভাবে হয়। পার-অক্সাইডের উপস্থিতিতে এই অস্বাভাবিক সংযোজনকে **পার-অক্সাইড প্রভাব** (peroxide effect) **বলে**। অন্যান্য হাইড্রোজেন হ্যালাইডের ক্ষেত্রে এরূপ হয় না।

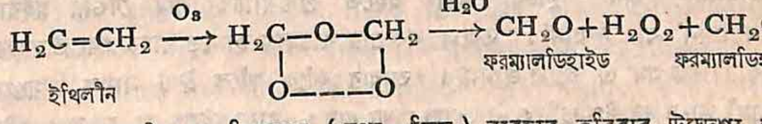
উহারা মারকনিকভের সূত্র মানিয়া চলে। সিস্টেম হইতে যদি পার-অক্সাইড বর্জন করা যায় বা উহাতে যদি নিরোধক পদার্থ বা বাধক (inhibitor), যথা ডাইফিনাইল অ্যামিন, হাইড্রোকুইনোন, ক্যাটিকল ইত্যাদি যোগ করা যায়, তবে হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের অস্বাভাবিক সংযোগ বন্ধ করা যায়। অ্যালকিনের সহিত হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের সংযোগ তখন মারকনিকভের নিয়মানুসারে হয়।

$CH_3CH=CH_2+HBr$ —

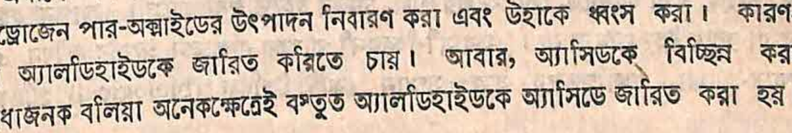
- $\xrightarrow[\text{অনুপস্থিতি}]{\text{পার-অক্সাইডের}}$ $CH_3CHBrCH_3$ আইসোপ্রপাইল ব্রোমাইড (মারকনিকভের নিয়মানুযায়ী)
- $\xrightarrow[\text{উপস্থিতি}]{\text{পার-অক্সাইডের}}$ $CH_3CH_2CH_2Br$ *n*-প্রপাইল ব্রোমাইড (মারকনিকভের নিয়মের ঠিক বিপরীত)

(g) <u>ওজোন-বিশ্লেষণ</u> :

কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধ ভাঙ্গিবার একটি প্রাচীন বিকারক হইল ওজোন। ইহা দুই ধাপে নিষ্পন্ন করা হয়। প্রথমতঃ দ্বি-বন্ধে ওজোন সংযোগ করা হয় এবং পরে এই যুক্ত যৌগকে বিযোজিত করা হয়। যুক্ত যৌগটিকে ওজোনাইড বলা হয়। যাহা হউক, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, ক্লোরোফর্ম ইত্যাদির ন্যায় নিষ্ক্রিয় দ্রাবকে দ্রবীভূত অলিফিনের দ্রবণে ওজোন গ্যাস প্রবাহিত করানো হয়। ওজোনাইডকে জলের সাহায্যে সাধারণতঃ বিজারকের (যথা—জিঙ্ক, ইত্যাদি) উপস্থিতিতে ভাঙ্গা হয়। অথবা, প্রভাবক-ঘটিত বিজারণে ইহাকে ভাঙ্গা হয়। ওজোনাইডের এই ভাঙ্গনে $>C=O$ গ্রুপযুক্ত যৌগসমূহ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন এই যৌগগুলিকে সহজেই সনাক্ত করা যায়। $>CO$ গ্রুপযুক্ত যৌগসমূহকে অ্যালডিহাইড এবং কিটোন বলে।




যেমন—ইথিলীন হইতে এই বিক্রিয়ায় ফরম্যালডিহাইড পাওয়া যায়।




এখানে লক্ষণীয় যে বিজারক (যথা—জিঙ্ক) ব্যবহার করিবার উদ্দেশ্য হইল হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের উৎপাদন নিবারণ করা এবং উহাকে ধ্বংস করা। কারণ, উহা অ্যালডিহাইডকে জারিত করিতে চায়। আবার, অ্যাসিডকে বিচ্ছিন্ন করা সুবিধাজনক বলিয়া অনেকক্ষেত্রেই বস্তুত অ্যালডিহাইডকে অ্যাসিডে জারিত করা হয়।

ওজোনাইড প্রস্তুতি, উহার বিযোজন এবং বিযোজনজাত পদার্থসমূহ সনাক্ত করা—এই সমগ্র প্রক্রিয়াটিকে **ওজোন-বিশ্লেষণ বা ওজোনোলিসিস** বলে। কোন অলিফিনিক যৌগে দ্বি-বন্ধের অবস্থান নির্ণয় করার পক্ষে ইহা সম্ভবতঃ এক অনুপম উপায়। যেমন—

$$\underset{\text{প্রপিন}}{CH_3CH=CH_2} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O, Zn]{\text{(i) } O_3} CH_3CHO + CH_2O$$

$$\underset{\text{1-বিউটিন}}{CH_3CH_2CH=CH_2} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O, Zn]{\text{(i) } O_3} CH_3CH_2CHO + CH_2O$$

$$\underset{\text{2-বিউটিন}}{CH_3CH=CHCH_3} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O, Zn]{\text{(i) } O_3} CH_3CHO + CH_3CHO$$

$$\underset{\text{আইসোবিউটিলীন}}{(CH_3)_2C=CH_2} \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O, Zn]{\text{(i) } O_3} (CH_3)_2CO + CH_2O$$

উৎপন্ন অ্যালডিহাইড এবং কিটোনসমূহের কার্বন-সংখ্যা এবং উহাদের সজ্জা (arrangement) হইতে জনক অ্যালকিন তথা অলিফিনের গঠন-কাঠামো আমরা জানিতে পারে।

### (h) <u>ফারমেণ্টেশন বা সন্ধান</u> :

সন্ধান বা ফারমেণ্টেশন দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহলের প্রস্তুতি প্রাগৈতিহাসিক কাল হইতেই প্রচলিত। আদিম এই পদ্ধতি ছিল সরল ও সংক্ষিপ্ত। ফল ( যেমন—দ্রাক্ষা ) বা অন্য কিছু হইতে সংগৃহীত শর্করা-জাতীয় রস বায়ুতে খোলা অবস্থায় রাখিয়া দেওয়া হয় এবং প্রকৃতি নিজেই অসম্পূর্ণ কাজ সম্পূর্ণ করে। কিছু সময়ের মধ্যে তরলে বুদ্‌বুদ্‌ শুরু হয় এবং ক্রমে তরলে ফেনার সৃষ্টি হয়। ইহাতে মনে হয়, তরলটি যেন ফুটিতে আরম্ভ করিয়াছে। এই ঘটনার দরুন ল্যাটিন 'ফারমেণ্টেয়ার' (fermentare)—অর্থ 'ফুটিয়া ওঠা' হইতে প্রক্রিয়াটির নাম দেওয়া হইয়াছে 'ফারমেণ্টেশন' বা 'সন্ধান'। তরলে শর্করার পরিমাণ কমিতে থাকে এবং উত্তেজনা-সৃষ্টিকারী এক ধর্ম ঐ তরলে জন্মায়। আবার ঝাঁকে ঝাঁকে ঈস্ট নামক নিম্নস্তরের এককোষী উদ্ভিদের উপস্থিতিও ঐ তরলে দেখা যায়। বায়ু হইতে বা যে-ফল হইতে রস সংগ্রহ করা হইয়াছে, সেই ফলের ছাল, চামড়া হইতে ঈস্ট আসে। আপনা হইতে শর্করা-দ্রবণে ইহা জন্মায় না। ফরাসী-বিজ্ঞানী পাস্তুর বলিলেন, ঈস্টের জীবন এবং সন্ধান-প্রক্রিয়া অঙ্গাঙ্গিভাবে যুক্ত—সন্ধান একটি **জৈবিক** (biological) **প্রক্রিয়া** ;

ইহা জীবন্ত ঈস্ট কোষের প্রাণ এবং বৃদ্ধির উপর নির্ভরশীল। শর্করা দ্রবণকে যদি প্রথমেই তাপের সাহায্যে ফুটাইয়া ঈস্ট কোষের রেণুগুলি (spores) ধ্বংস করা হয় এবং ঐ দ্রবণকে পুনঃ সংক্রমণের হাত হইতে রক্ষা করা যায় তাহলে শর্করা দ্রবণ সন্ধিত হয় না। ঈস্ট উহার বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি পায় শর্করা জাতীয় পদার্থের বিযোজন হইতে, সৌরকিরণের শক্তি ইহা কাজে লাগাইতে পারে না। জার্মান বিজ্ঞানী বুখ্নার ঈস্ট কোষগুলি হইতে চাপের সাহায্যে রস-নিষ্কাশন করিলেন এবং দেখিলেন যে জীবন্ত কোষের অনুপস্থিতিতেও এই রস শর্করা-দ্রবণের 'সন্ধান' ঘটাইতে সমর্থ। যদিও কার্যকরী ঐ রসের উৎস প্রাণময় বা জীবন্ত এক জিনিস, ইহা নিজে প্রাণহীন। সুতরাং, পাস্তুরের মতবাদ পরিত্যক্ত হইল। ঈস্টের দেহে নাইট্রোজেন-ঘটিত কতকগুলি জৈব যৌগ, যেমন—জাইমেজ ইনভারটেজ ইত্যাদি থাকে। প্রকৃতপক্ষে, ঈস্টের দেহ-নিষ্কাশিত এই জাইমেজের উপস্থিতিতে শর্করা-জাতীয় পদার্থ গ্লুকোজ বিযোজিত হইয়া অ্যালকোহল এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়ঃ

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

শুষ্ক ঈষ্ট-কোষ চুর্ণ হইতে দ্রাবকের সাহায্যেও জাইমেজকে পৃথক করা যায়। যাহা হউক, উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হইতে থাকে বলিয়া মনে হয় তরলটি যেন ফুটিতেছে, যদিও তরলের তাপমাত্রার প্রায় কোন বৃদ্ধিই হয় না। অতএব, **শর্করা-জাতীয় কতকগুলি পদার্থের উপর জাইমেজের ক্রিয়ায় যে পরিবর্তন ঘটে, উহাকে অ্যালকোহলিক সন্ধান** (alcoholic fermentation) **বলে**। পরে অন্যান্য বহু সজীব পদার্থ হইতে জাইমেজের মতো আরও অনেক পদার্থ পাওয়া গিয়াছে। ইহারা প্রভাবক হিসাবে বিভিন্ন বিক্রিয়া ঘটাইয়া থাকে। যেহেতু প্রথম আবিষ্কৃত প্রভাবক জাইমেজ ঈস্টের দেহে পাওয়া গিয়াছিল, এই প্রভাবকগুলিকে সমবেতভাবে **এনজাইম** (enzyme) বা উৎসেচক নামে অভিহিত করা হইয়াছে। কারণ, গ্রীক 'en'-এর অর্থ 'in' বা ভিতরে এবং 'zyme'—এর অর্থ ঈস্ট (yeast)। এনজাইমগুলির কার্যকারিতা সুনির্দিষ্ট। যে-কোন এনজাইম যে-কোন বিক্রিয়াকে প্রভাবিত করিতে পারে না; যেমন—কোন একটি চাবি সব তালা খুলিতে পারে না। ইক্ষু-শর্করার আর্দ্র-বিশ্লেষণে ইনভারটেজ কার্যকর, কিন্তু গ্লুকোজের অ্যালকোহলে পরিণতিতে জাইমেজ কার্যকর হইয়া থাকে। ইনভারটেজ সুক্রোজকে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করে, কিন্তু সমাংশক মল্টোজকে ইহা আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিতে পারে না। ব্যাপক অর্থে, **এনজাইমের প্রভাবে** (catalytic) **ঘটিত রাসায়নিক** ( অক্সিজেন সংশ্লিষ্ট নাই এইরূপ ) **পরিবর্তনকে সন্ধান বা ফারমেণ্টেশন বলে।**

(i) **রোজেনমাণ্ডের বিজারণ বা বিক্রিয়া ঃ**

বেরিয়াম সালফেটে প্রলম্বিত (mounted) প্যালেডিয়ামের উপস্থিতিতে

হাইড্রোজেন দ্বারা অ্যাসিড ক্লোরাইডকে বিজারিত করিয়া অ্যালডিহাইড প্রস্তুত করা যায় ঃ $RCOCl + H_2 \longrightarrow RCHO + HCl$

যেমন— $CH_3COCl + H_2 \rightarrow CH_3CHO + HCl$

অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড অ্যাসিট্যালডিহাইড

প্যালেডিয়াম এখানে প্রভাবক হিসাবে কাজ করে এবং $BaSO_4$ উৎপন্ন অ্যালডিহাইডকে আর বিজারিত হইতে দেয় না। এই বিক্রিয়াটি **রোজেনমাণ্ডের বিজারণ** (Rosenmund's reduction) নামে পরিচিত। সাধারণতঃ এই বিক্রিয়ায় অল্প পরিমাণে কুইনোলিন ও সালফার যোগ করা হয়। ইহারা প্রভাবকের প্রতি বিষ (poison) হিসাবে আচরণ করে। ইহারা এমন বিষ যে, অ্যালডিহাইডের অ্যালকোহলে বিজারণ কার্যকরভাবে রোধ করে। কিন্তু অত্যন্ত ক্রিয়াশীল অ্যাসিড ক্লোরাইডের অ্যালডিহাইডে বিজারণ ইহার দরুন তেমন ব্যাহত হয় না।

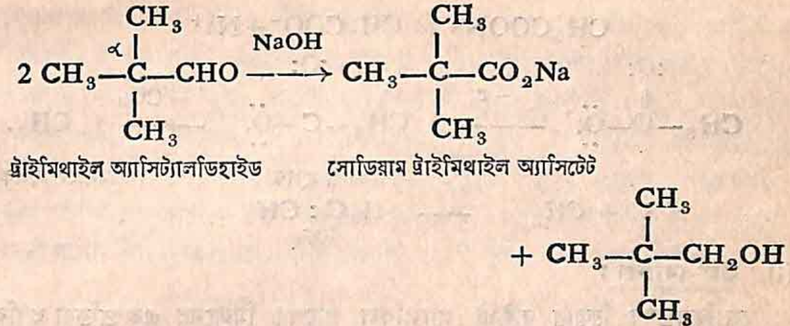
(j) **ক্যানিজারো বিক্রিয়া ঃ**

যে-সকল অ্যালডিহাইডে α-হাইড্রোজেন-পরমাণু নাই, উহারা কস্টিক সোডার বা কস্টিক পটাসের গাঢ় দ্রবণের উপস্থিতিতে আপনা হইতেই একই সঙ্গে জারিত ও বিজারিত হয়। অর্থাৎ, একই সঙ্গে একটি অণু কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত হয় এবং আর একটি অণু প্রাইমারী অ্যালকোহলে বিজারিত হয়—একটি অণুর ব্যয়ে অপর একটি অণু জারিত হয়। ফলে, প্রথমোক্ত অণু বিজারিত হয়। আবিষ্কারক ক্যানিজারোর নামানুসারে ইহা **ক্যানিজারো-বিক্রিয়া** (Cannizzaro reaction) নামে খ্যাত হইয়াছে। এই বিক্রিয়া ঘটাইতে বিকারক হিসাবে সাধারণতঃ 50% জলীয় বা ইথানলিক ক্ষার ব্যবহৃত হয়।

ফরম্যালডিহাইডে α-হাইড্রোজেন নাই। ইহা এই বিক্রিয়ায় ফরমিক অ্যাসিড এবং মিথানলে পরিণত হয়।

$$2H-C\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown\!\!= O\end{matrix} + NaOH \longrightarrow H-C\begin{matrix}\diagup\!\!= O\\ \diagdown ONa\end{matrix} + CH_3OH$$

এখানে এক অণু ফরম্যালডিহাইড অ্যাসিডে জারিত হয় এবং একই সঙ্গে অপর এক অণু মিথানলে বিজারিত হয়। অ্যাসিট্যালডিহাইডের ($CH_3CHO$) ক্ষেত্রে এই বিক্রিয়া হয় না। কারণ, ইহার অণুতে $-CHO$ গ্রুপটির সংলগ্ন কার্বনে হাইড্রোজেন (α-হাইড্রোজেন) পরমাণু আছে। ক্যানিজারো বিক্রিয়ার পরিবর্তে এক্ষেত্রে অ্যালডল কণ্ডেনসেশন ঘটে। কিন্তু ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইডের ক্ষেত্রে এই বিক্রিয়াটি হয়। এই অ্যালডিহাইডে α-হাইড্রোজেন-পরমাণু না থাকায় এইরূপ হইয়া থাকে।



ট্রাইমিথাইল অ্যাসিট্যালডিহাইড সোডিয়াম ট্রাইমিথাইল অ্যাসিটেট

নিওপেণ্টাইল অ্যালকোহল

অ্যালকোহল বা অ্যাসিড প্রস্তুত করার পদ্ধতি হিসাবে ক্যানিজারো-বিক্রিয়া সাধারণতঃ তেমন উপযোগী নহে। কারণ, **অ্যালকোহল বা অ্যাসিড প্রতিটিরই উৎপাদনের সর্বোচ্চ মাত্রা সাধারণতঃ 50%।**

ক্যানিজারো-বিক্রিয়া প্রধানতঃ অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডেরই বৈশিষ্ট্য। কারণ, এই অ্যালডিহাইডগুলিতে ∝-হাইড্রোজেন থাকে না। যাহা হউক, অ্যালুমিনিয়াম ইথক্সাইডের ক্রিয়ায় সকল অ্যালডিহাইডের ক্ষেত্রেই ক্যানিজারো-বিক্রিয়া ঘটানো যায়। তবে, অ্যাসিড এবং অ্যালকোহলকে এখানে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। যুক্ত অবস্থায় এস্টার হিসাবে ইহাদিগকে পাওয়া যায়। যেমন—অ্যাসিট্যালডিহাইডের উপর অ্যালুমিনিয়াম ইথক্সাইডের ক্রিয়ায় ইথাইল অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়ঃ

$$2CH_3CHO \xrightarrow{Al(OC_2H_5)_3} CH_3COOC_2H_5$$

এই বিক্রিয়া টিশেংকো (**Tischenko**) বিক্রিয়া নামে পরিচিত।

### (k) কোল্‌বের সংশ্লেষণ ঃ

স্নেহজ অ্যাসিডের (fatty acid) সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণের গাঢ় দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া অ্যালকেন প্রস্তুত করার এক পদ্ধতি কোল্‌ব আবিষ্কার করেন। কোন কোন ক্ষেত্রে প্রয়োজন অনুযায়ী একটি অ্যাসিডের পরিবর্তে অ্যাসিডের মিশ্রণ লওয়া হয়ঃ $R^1COOK+R^2COOK+2H_2O \rightarrow R^1-R^2+H_2+2CO_2+2KOH$। বিজ্ঞানী কোলবের নামানুসারে ইহা কোল্‌ব-সংশ্লেষণ নামে পরিচিত।

এই বিক্রিয়াটি কিভাবে ঘটে তাহা এখনও অজানা। তবে ফ্রি-র‍্যাডিক্যাল তথা মুক্ত মূলকের সাহায্যে ইহা ব্যাখ্যা করা যায়। ধরা যাউক, সোডিয়াম অ্যাসিটেটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া ইথেন প্রস্তুত করা হইতেছে। এক্ষেত্রে সোডিয়াম আয়ন $Na^+$ ক্যাথোডে যায় এবং তথায় কস্টিক সোডা এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। আর, অ্যাসিটেট আয়ন অ্যানোডে যাইয়া ইলেকট্রন পরিত্যাগ করিয়া মুক্ত অ্যাসিটক্সি মূলকে পরিণত হয়। অ্যাসিটক্সি মূলক বা ফ্রি-র‍্যাডিক্যাল হইতে আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয় এবং মুক্ত মিথাইল মূলক গঠিত হয়। দুইটি মিথাইল-মূলক একত্রে ইথেন গঠন করে।

$$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$$

$$CH_3{-}\overset{\overset{:O:}{\|}}{C}{-}\ddot{\underset{..}{O}}:^- \xrightarrow{-e} CH_3{-}\overset{\overset{:O:}{\|}}{C}{-}\ddot{\underset{..}{O}}\cdot \xrightarrow{-CO_2} CH_3\cdot$$

অ্যাসিটক্সি মূলক মিথাইল মূলক

$$H_3C\cdot + \cdot CH_3 \longrightarrow \underset{\text{ইথেন}}{H_3C : CH_3}$$

(l) <u>উর্জ বিক্রিয়া ঃ</u>

সোডিয়ামের ক্রিয়ায় দুইটি অ্যালকিল গ্রুপের মিলনের এক প্রক্রিয়া আবিষ্কার করেন উর্জ 1855 খ্রীষ্টাব্দে এবং তাঁহার নামানুসারে এই বিক্রিয়াটির নাম দেওয়া হইয়াছে উর্জ বিক্রিয়া। অ্যালকিল হ্যালাইডের ইথার দ্রবণে সোডিয়ামের ছোট ছোট টুকরা যোগ করিয়া এই বিক্রিয়াটি ঘটানো হয় ঃ $R\text{-}X + 2Na + R'X \rightarrow R - R' + 2NaX$। হ্যালাইড যৌগ হিসাবে সাধারণতঃ ব্রোমাইড বা আয়োডাইড লওয়া হয়। যেমন—মিথাইল আয়োডাইড হইতে এই বিক্রিয়ায় ইথেন প্রস্তুত করা হয়।

$$\underset{\substack{\text{মিথাইল}\\\text{আয়োডাইড}}}{CH_3I} + 2Na + \underset{\substack{\text{মিথাইল}\\\text{আয়োডাইড}}}{ICH_3} \rightarrow \underset{\text{ইথেন}}{CH_3 - CH_3} + 2NaI$$

সেইরূপে ইথাইল ব্রোমাইড হইতে $n$-বিউটেন উৎপন্ন হয় ঃ

$$CH_3CH_2Br + 2Na + BrCH_2CH_3 \rightarrow \underset{n\text{-বিউটেন}}{CH_3CH_2CH_2CH_3} + 2NaBr$$

উপরোক্ত সাধারণ সমীকরণ বিবেচনা করিলে দেখা যায় যে প্রার্থিত অ্যালকেন R—R′-এর সহিত R—R এবং R′—R′ অ্যালকেনসমূহও উৎপন্ন হইবে। ইহা ছাড়া, কিছু অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনও উৎপন্ন হয়। স্পষ্টতঃই R এবং R′ পরস্পর অভিন্ন বা এক হইলে অ্যালকেনটি সবচেয়ে বেশি মাত্রায় উৎপন্ন হয়। সুতরাং, জোড় সংখ্যক কার্বন-পরমাণুর ( প্রতিসম—symmetrical ) অ্যালকেনসমূহ সংশ্লেষণের ক্ষেত্রেই এই পদ্ধতিটি সীমাবদ্ধ।

(m) <u>উর্জ-ফিটিগ বিক্রিয়া ঃ</u>

উর্জ-বিক্রিয়ার ইহা একটি পরিবর্তিত রূপ। এই পরিবর্তন করেন বিজ্ঞানী ফিটিগ। বিজ্ঞানী-দুইজনের নামানুসারেই বিক্রিয়াটি আজ পরিচিত। বেঞ্জিনের সমগণসমূহ এই বিক্রিয়ার সাহায্যে প্রস্তুত করা যাইতে পারে। অ্যালকিল হ্যালাইড এবং অ্যারাইল হ্যালাইডের ইথারীয় দ্রবণ সোডিয়ামের সহিত উত্তপ্ত করিয়া বিক্রিয়াটি নিষ্পন্ন করা হয়। যেমন—অ্যালকিল হ্যালাইড, মিথাইল ব্রোমাইড বা মিথাইল আয়োডাইড এবং অ্যারাইল হ্যালাইড ব্রোমোবেঞ্জিন হইতে টলুইন প্রস্তুত করা যায় ঃ

$$C_6H_5Br + 2Na + BrCH_3 \rightarrow C_6H_5CH_3 + 2NaBr$$

$$C_6H_5Br + 2Na + ICH_3 \rightarrow C_6H_5CH_3 + NaBr + NaI$$

ইথেন এবং ডাইফিনাইল এই বিক্রিয়ায় উপজাত হিসাবে উৎপন্ন হয়।

বিক্রিয়াটির উপযোগিতা এই যে, ইহা হইতে বিক্রিয়াজাত পদার্থের গঠন-কাঠামো বুঝিতে বা জানিতে পারা যায়। কারণ, প্রতিস্থাপিত হ্যালোজেন পরমাণুর পূর্বেকার স্থান প্রতিস্থাপক ( অ্যালকিল গ্রুপ ) দখল করিয়া লয়। ইহা ছাড়া, এই বিক্রিয়ার সাহায্যে দীর্ঘ নরম্যাল ($n$-) শৃংখল প্রবেশ করানো যাইতে পারে। কারণ, বিক্রিয়াকালে অ্যালকিল হ্যালাইডের হাইড্রোকার্বন অংশের কোনরূপ পুনর্বিন্যাস হয় না। যেমন —$n$-প্রপাইলব্রোমাইড এবং ব্রোমোবেঞ্জিন হইতে এই বিক্রিয়ায় $n$-প্রপাইলবেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

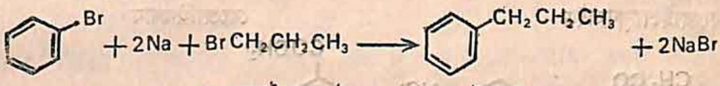



Fig. 45

## (n) ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টস বিক্রিয়া ঃ

1877 খ্রীষ্টাব্দে ফরাসী রসায়ন-বিজ্ঞানী ফ্রিডেল এবং তাঁহার মার্কিন সহযোগী ক্র্যাফ্‌টস একটি সাংশ্লেষিক বিক্রিয়া আবিষ্কার করেন। বিক্রিয়াটি আবিষ্কারকদের নামানুসারে ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টস বিক্রিয়া নামে খ্যাত। **এই বিক্রিয়ায় প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যারোম্যাটিক-নিউক্লিয়াসে অ্যালকিল বা অ্যাসাইল (acyl) গ্রুপ প্রবেশ করানো হয়।** প্রভাবক হিসাবে সচরাচর অনাদ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়। অবস্থাভেদে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের পরিবর্তে অন্যান্য পদার্থও ব্যবহৃত হয়।

অ্যালকিল গ্রুপ প্রবেশ করাইবার বিক্রিয়ার নাম **ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টসের অ্যালকিলেশন।** যেমন—অনাদ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিল হ্যালাইডের সহিত অতিরিক্ত বেঞ্জিনের ক্রিয়ায় মনোঅ্যালকিল বেঞ্জিন উৎপন্ন হয়।

$$C_6H_5-H+XR \longrightarrow C_6H_5R+HX$$

বেঞ্জিন — অ্যালকিল হ্যালাইড — অ্যালকিল বেঞ্জিন

অ্যাসাইল গ্রুপ প্রবেশ করাইবার বিক্রিয়ার নাম **ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টসের অ্যাসাইলেশন।** এই বিক্রিয়ায় কিটোন উৎপন্ন হয়। অ্যাসাইল গ্রুপ প্রবেশ করাইবার জন্য সচরাচর একটি অ্যাসিড ক্লোরাইড বা অ্যানহাইড্রাইড-ব্যবহৃত হয়।

$$RCOCl + H-C_6H_5 \longrightarrow RCOC_6H_5 + HCl$$

অ্যাসিড ক্লোরাইড — বেঞ্জিন — কিটোন

এখানে R = অ্যালকিল বা অ্যারিল গ্রুপ।

যেমন—অনাদ্র $AlCl_3$-এর উপস্থিতিতে বেঞ্জিনের সহিত অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড বা

অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় অ্যাসিটোফিনোন উৎপন্ন হয়। সেইরূপে বেঞ্জোইল ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় বেঞ্জোফিনোন উৎপন্ন হয়।

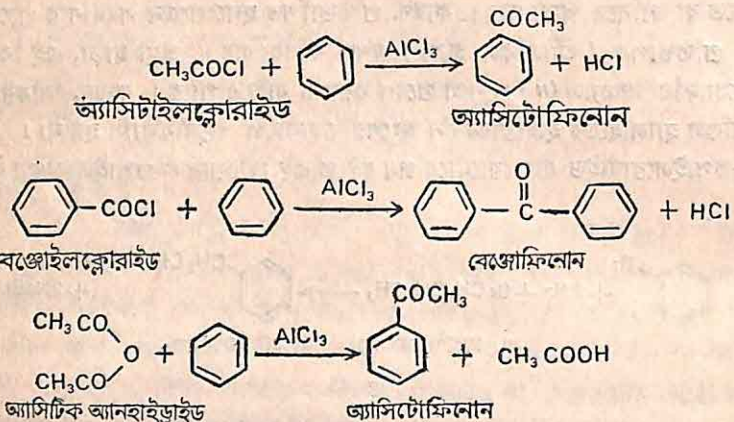



Fig. 46

(ত) হ্যালোফর্ম বিক্রিয়া ঃ

লঘু ক্ষারের উপস্থিতিতে ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিনের সহিত অ্যাসিট্যাল-ডিহাইডের বিক্রিয়ায় যথাক্রমে ক্লোরোফর্ম, ব্রোমোফর্ম এবং আয়োডোফর্ম উৎপন্ন হয়। হ্যালোজেনযুক্ত এই যৌগগুলিকে সাধারণভাবে হ্যালোফর্ম বলা হয়। কারণ, ফরমিক অ্যাসিডের কাঠামোর সকল অক্সিজেন-প্রতিস্থাপক ( =O এবং −OH ) হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে ইহাদের কাঠামো পাওয়া যায়। যেমন—

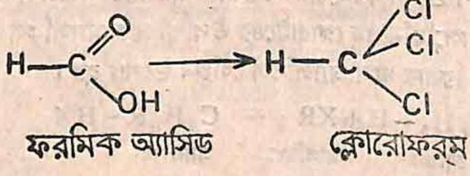



Fig. 47

ইহাদের প্রস্তুতির এইরূপ বিক্রিয়া, তাই হ্যালোফর্ম-বিক্রিয়া নামে পরিচিত। বস্তুতঃ, এই বিক্রিয়া সাধারণতঃ দুইটি বিক্রিয়ার সমবায়। প্রথমে, ক্ষারকের উপস্থিতিতে কার্বনিল যৌগের α-কার্বনে হ্যালোজেনেশন হয়। উৎপন্ন ট্রাইহ্যালোজেনো কার্বনিল যৌগ পরে $OH^-$ আয়ন দ্বারা আক্রান্ত হয়। ফলে, ইহা ভাঙ্গিয়া যায় এবং হ্যালোফর্ম উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{অ্যাসিট্যালডিহাইড}}{CH_3CHO} \xrightarrow{Cl_2} \underset{\text{ক্লোরাল}}{CCl_3CHO} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{ক্লোরোফর্ম}}{CHCl_3}$$

এই বিক্রিয়া কেবল অ্যাসিট্যালডিহাইডের বৈশিষ্ট্য নহে। যে-সকল যৌগে কার্বন বা হাইড্রোজেনের সহিত অ্যাসিটাইল গ্রুপ যুক্ত আছে (যেমন—অ্যাসিটোন $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}O$ এবং অ্যাসিট্যালডিহাইড $CH_3-\overset{\overset{H}{|}}{C}O$) বা যে-যৌগসমূহ বিক্রিয়াকালীন পরিবেশে অ্যাসিটাইল গ্রুপযুক্ত এইরূপ যৌগে পরিণত (যেমন ইথাইল $CH_3CH_2OH$) হয় উহাদের ক্ষেত্রে হ্যালোফর্ম বিক্রিয়া ঘটে। অ্যাসিট্যালডিহাইড এই ধরনের যৌগসমূহের একটি দৃষ্টান্ত মাত্র।

(p) <u>ডায়াজো-বিক্রিয়া :</u>

অ্যানিলিন এবং যে কোন অ্যারোম্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিনের সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়া বরফ-গাহের উষ্ণতায় ঘটাইলে ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠিত হয়। ইহাদের সাধারণ সংকেত—$ArN_2X$; যেখানে $X=Cl$, $Br$, $HSO_4$ ইত্যাদি। ইহাদের প্রতি অণুতে দুইটি নাইট্রোজেন পরমাণু থাকে এবং ইহাদের সহিত অ্যামোনিয়াম যৌগসমূহের সাদৃশ্য আছে। এই ঘটনার উপর ভিত্তি করিয়া ডায়াজোনিয়াম (di- অর্থ দুই এবং French—'azote' অর্থ নাইট্রোজেন) নামটি দেওয়া হইয়াছে। $-N_2X$ গ্রুপটিকে ডায়াজো (diazo) গ্রুপ বলে। বরফ-শীতল দ্রবণে অ্যারোম্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিন, অ্যাসিড (সাধারণতঃ অজৈব) এবং সোডিয়াম নাইট্রাইটের বিক্রিয়ায় ডায়াজোনিয়াম যৌগ উৎপাদনের প্রক্রিয়া **ডায়াজোটাইজেশন** নামে পরিচিত। লণ্ডনে হফ্‌ম্যানের পরীক্ষাগারে পিটার গ্রীস (Griess) এই বিক্রিয়া আবিষ্কার করেন। এই বিক্রিয়ার নাম **ডায়াজো-বিক্রিয়া**। ডায়াজোনিয়াম যৌগ গঠনের ক্ষমতা অ্যারোম্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিনের এক বৈশিষ্ট্য। এবং ইহা সাধারণতঃ অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিন হইতে এই যৌগসমূহের স্বাতন্ত্র্যের পরিচায়ক। সাধারণতঃ অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিন হইতে ডায়াজোনিয়াম যৌগটি গঠিত হইবার প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই ডায়াজোনিয়াম ক্যাটায়ন $RN_2^+$ সম্ভবতঃ বিযোজিত হইয়া যায়। পক্ষান্তরে অ্যারোম্যাটিক ডায়াজোনিয়াম যৌগ বরফ-গাহের তাপমাত্রায় ধীরে ধীরে বিযোজিত হয়।

অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিনের সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন নির্গত হয় এবং জৈব যৌগের এক জটিল মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

$$\begin{array}{l} R-N \vdots H_2 \\ OH \vdots N \vdots O \end{array} \longrightarrow R-OH + N_2 + H_2O$$

কিন্তু অ্যানিলিন এবং অন্য যে কোন অ্যারোম্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিনের সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়া বরফ-গাহের (ice bath) উষ্ণতায় ঘটাইলে নাইট্রোজেন নির্গত হয় না। অ্যানিলিনের অ্যাসিডযুক্ত দ্রবণের সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়া পরপৃষ্ঠায় প্রদত্ত সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়।

$$C_6H_5NH_2 + HCl + HNO_2 \rightarrow C_6H_5N_2Cl + 2H_2O$$

$$\left[\begin{array}{c} \quad H \\ \quad | \\ C_6H_5-N-H \\ \quad | \\ \quad H \end{array}\right]^+ Cl^- + HNO_2 \rightarrow \underset{\text{বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড}}{[C_6H_5\overset{+}{N_2}]Cl^-} + 2H_2O$$

এই বিক্রিয়াজাত জৈব-যৌগটি প্রকৃতিতে অস্থায়ী এবং ইহা **বেঞ্জিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড** নামে পরিচিত।

(৭) **হফ্‌ম্যানের অবনমন বিক্রিয়া :**

কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের অ্যামাইডের সহিত ব্রোমিন এবং ক্ষারের বিক্রিয়ায় প্রাইমারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে হফ্‌ম্যানের **অবনমন বিক্রিয়া** বলে। প্রারম্ভিক দ্রব্য অ্যামাইডের চেয়ে উৎপন্ন প্রাইমারী অ্যামিনের কার্বন-পরমাণুর সংখ্যা একটি কম হইয়া থাকে। যেমন—অ্যাসিট্যামাইড হইতে এই বিক্রিয়ায় মিথাইল অ্যামিন উৎপন্ন হয়। মোট পরিবর্তন নিম্নলিখিত সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যাইতে পারে।

$$\underset{\text{অ্যাসিট্যামাইড}}{CH_3CONH_2} + Br_2 + 4KOH \rightarrow \underset{\text{মিথাইল অ্যামিন}}{CH_3NH_2} + 2KBr + K_2CO_3 + 2H_2O$$

কিন্তু এই বিক্রিয়া প্রকৃতপক্ষে কয়েকটি ধাপের মাধ্যমে নিষ্পন্ন হয়। এবং বস্তুতঃ অন্তর্বর্তী যৌগ ব্রোমঅ্যামাইড, আইসোসায়ানেট ইত্যাদি বিচ্ছিন্ন করা যাইতে পারে।

লঘু ক্ষারে ব্রোমঅ্যামাইড গঠিত হয়।

$$CH_3CONH_2 + Br_2 + KOH \rightarrow \underset{\text{ব্রোমঅ্যামাইড}}{CH_3CONHBr} + KBr + H_2O$$

অতিরিক্ত ( বা আরও গাঢ় ) ক্ষার দ্রবণে উত্তাপে উহা প্রাইমারী অ্যামিন এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে বিযোজিত হয়। প্রথমে মিথাইল আইসোসায়ানেট গঠিত হয়। এবং পরিশেষে শেষোক্ত দ্রব্যটি প্রাইমারী অ্যামিন এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় :

$$CH_3CONHBr + KOH = \underset{\text{মিথাইল আইসোসায়ানেট}}{CH_3NCO} + KBr + H_2O$$

$$CH_3NCO + 2KOH \rightarrow \underset{\text{মিথাইল অ্যামিন}}{CH_3NH_2} + K_2CO_3$$

**অতিরিক্ত কয়েকটি উদাহরণ :**

(i) $\underset{\text{প্রপিওন্যামাইড}}{CH_3CH_2CONH_2} \xrightarrow{Br_2+KOH} \underset{\text{ইথাইল অ্যামিন}}{CH_3CH_2NH_2}$

(ii) $\underset{\text{বেঞ্জামাইড}}{C_6H_5CONH_2} \xrightarrow{Br_2+KOH} \underset{\text{অ্যানিলিন}}{C_6H_6NH_2}$

বি. দ্র.। (i) ইহা প্রাইমারী অ্যামিন প্রস্তুত করার সবচেয়ে সুবিধাজনক পদ্ধতি। (ii) ইহার সাহায্যে বিশুদ্ধ প্রাইমারী অ্যামিন প্রস্তুত করা যায়। (iii) ইহা জৈব যৌগের কার্বন-পরমাণুর সংখ্যা হ্রাস করার এক উপায়।

(r) <u>ক্লিমেনসেন বিজারণ :</u>

জিংক পারদ-সংকর এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা কার্বনিল যৌগকে বিজারিত করিলে হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয়। এই বিজারণ প্রক্রিয়ায় প্রকৃতপক্ষে কার্বনিল গ্রুপ মিথিলীন গ্রুপে $\left( >CH_2 \right)$ পরিণত হয় এবং ইহাকে ক্লিমেনসেন বিজারণ বলে।

$$>C=O \longrightarrow >CH_2$$

কার্বনিল গ্রুপ    মিথিলীন গ্রুপ

$$R-\underset{\substack{|\\H}}{C}=O \longrightarrow R-CH_3$$

অ্যালডিহাইড    হাইড্রোকার্বন

যেমন, অ্যাসিট্যালডিহাইডকে ক্লিমেনসেন পদ্ধতিতে বিজারিত করিলে ইথেন উৎপন্ন হয়।

$$CH_3-\underset{\substack{|\\H}}{C}=O \longrightarrow CH_3-CH_3$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড    ইথেন

(s) <u>এই প্রশ্নেরই উত্তরাংশ (a) দেখ।</u>

34. নিম্নলিখিত পদার্থসমূহের রসায়নাগার পদ্ধতি :

(a) ক্লোরোফরম, (b) ডাইইথাইল ইথার, (c) অ্যাসিট্যালডিহাইড, (d) অ্যাসিটোন, (e) ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট।

উপরোক্ত পদার্থগুলির সাধারণ ব্যবহারিক প্রয়োগসমূহ উল্লেখ কর।

[ Laboratory preparation of :

(a) chloroform, (b) diethyl ether, (c) acetaldehyde, (d) acetone, (e) ethylacetoacetate.

Mention common uses of the above compounds. ]

উঃ। (a) <u>ক্লোরোফরম :</u>

রসায়নাগারে ইথানল বা অ্যাসিটোনের সহিত ব্লিচিং পাউডার (বিরঞ্জক চূর্ণ) এবং জল একত্রে উত্তপ্ত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা যায়। ইথানলের সহিত ব্লিচিং পাউডারের (বিরঞ্জক চূর্ণের) ক্রিয়া সচরাচর যেভাবে প্রকাশ করা হয়, তাহা পরপৃষ্ঠায় দেওয়া হইল।

ব্লিচিং পাউডারের ক্লোরিন প্রথমে ইথানলকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে জারিত করে। অ্যাসিট্যালডিহাইড আবার ক্লোরিনেশনের ফলে ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিট্যালডিহাইড অর্থাৎ ক্লোরালে পরিণত হয়। ব্লিচিং পাউডারজাত চুন এই ক্লোরালকে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করে। ফলে, ক্লোরোফর্ম এবং ক্যালসিয়াম ফরমেট উৎপন্ন হয় :

$$CH_3CH_2OH + Cl_2 \rightarrow CH_3CHO + 2HCl$$

$$CH_3CHO + 3Cl_2 \rightarrow \underset{\text{ক্লোরাল}}{CCl_3CHO} + 3HCl$$

$$\begin{matrix} CCl_3 & \vdots & CHO + OHC & \vdots & CCl_3 \\ H- & \vdots & O--Ca-O & \vdots & -H \end{matrix} \longrightarrow 2CHCl_3 + (HCOO)_2Ca$$

ইথানলের পরিবর্তে অ্যাসিটোন ব্যবহার করিলে ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটোন $CCl_3COCH_3$ প্রথমে গঠিত হয়। পরে চুন ইহাকে বিযোজিত করে ; ক্লোরোফর্ম এবং ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয় :

$$CH_3COCH_3 + 3Cl_2 \rightarrow CCl_3COCH_3 + 3HCl$$

$$\begin{matrix} CCl_3 & \vdots & COCH_3 + CH_3CO & \vdots & CCl_3 \\ H- & \vdots & O--Ca--O- & \vdots & -H \end{matrix} \rightarrow 2CHCl_3 + (CH_3COO)_2Ca$$

**পরীক্ষা** (Experiment) : জলের সহিত ব্লিচিং পাউডারের একটি লেই প্রস্তুত করিয়া একটি গোল-তলা-বিশিষ্ট ফ্লাস্কে লওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে একটি নির্গম-নল এবং ঐ নির্গম-নলের সহিত একটি শীতক জুড়িয়া দেওয়া হয়। শীতকের অপর প্রান্তে গ্রাহক লাগানো হয়। উপযুক্ত পরিমাণ অ্যাসিটোন ব্লিচিং পাউডারের লেইয়ের সহিত ভালোভাবে মেশানো হয় এবং ফ্লাস্কটি বালি-খোলায় সামান্য উত্তপ্ত করা হয়, যে-পর্যন্ত না বিক্রিয়া আরম্ভ হয়। গোড়ার দিকে প্রচণ্ড বিক্রিয়া হয় এবং অতিরিক্ত পরিমাণে ফেনার সৃষ্টি হইলে কিছু সময়ের জন্য শিখা সরাইয়া লওয়া হয়, যাহাতে বিক্রিয়ার তীব্রতা কমে। বিক্রিয়া শিথিল হইয়া আসিলে, পুনরায় ফ্লাস্কটিকে মৃদু উত্তপ্ত করা হয়। জল, অপরিবর্তিত অ্যাসিটোন ইত্যাদি মিশ্রিত ক্লোরোফর্ম পাতিত হইয়া গ্রাহকে সংগৃহীত হয়। যে-পর্যন্ত ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ক্লোরোফর্ম গ্রাহকের ভিতর পড়িতে থাকে, ততক্ষণ পর্যন্ত এই প্রক্রিয়া চালানো হয়। এবং যখন

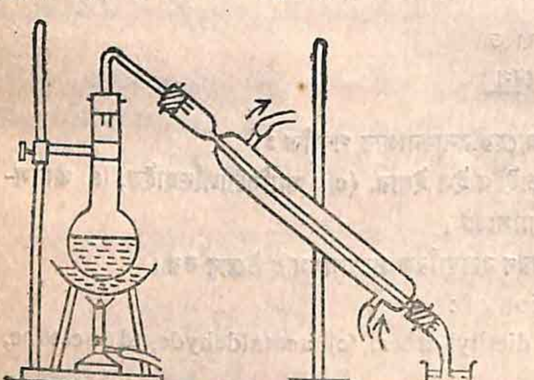


Fig. 48 : ক্লোরোফর্ম প্রস্তুতি

ক্লোরোফর্মের তেলের ন্যায় কোন ফোঁটা আর পাতিত হইয়া আসে না, তখন তাপ দেওয়া বন্ধ করা হয়। ক্লোরোফর্ম ভারী বলিয়া গ্রাহকে নিচের স্তরে সঞ্চিত হয়। বিচ্ছেদক ফানেলের সাহায্যে ইহাকে পৃথক করা হয়। ইহাকে প্রথমে কস্টিক সোডার লঘু দ্রবণ এবং পরে জল দিয়া বেশ করিয়া ধুইয়া লওয়া হয়। অতঃপর গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা ইহাকে বিশুষ্ক করা হয় এবং জলগাহে পুনরায় পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম সংগ্রহ করা হয়।

(b) <u>ডাই-ইথাইল ইথার :</u>

সাধারণতঃ অতিরিক্ত পরিমাণ শোধিত স্পিরিট ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড একত্রে উত্তপ্ত করিয়া রসায়নাগারে ডাই-ইথাইল ইথার প্রস্তুত করা হয়।

বিক্রিয়াটির গতিপথ এখনও অন্ধকারাচ্ছন্ন। উইলিয়ামসনের মতে (1850) বিক্রিয়াটি দুই ধাপে ঘটিয়া থাকে। ইথানল এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় প্রথমে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট নামক এক অন্তর্বর্তী যৌগ উৎপন্ন হয় :

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \longrightarrow C_2H_5HSO_4 + H_2O$$

ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট

অতিরিক্ত বা উদ্বৃত্ত অ্যালকোহলের সহিত ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট বিক্রিয়া করিয়া ইথার গঠন করে এবং সালফিউরিক অ্যাসিড পুনরায় উৎপন্ন হয় :

$$C_2H_5HSO_4 + HOC_2H_5 \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2SO_4$$

সুতরাং, প্রথম ধাপের বিক্রিয়ায় যে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যয়িত হয় দ্বিতীয় ধাপের বিক্রিয়ায় উহা পুনরায় উৎপন্ন হয়। কিন্তু বাস্তবক্ষেত্রে বিক্রিয়াজাত জল সালফিউরিক অ্যাসিডকে লঘু করিয়া দেয়। ইহা ছাড়া, নানারকম পার্শ্ব বিক্রিয়ায়, যেমন—অ্যালকোহলের জারণ ইত্যাদিতে ( অ্যালকোহল জারিত হয় এবং অ্যাসিড সালফার ডাই-অক্সাইডে বিজারিত হয় ) সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যয়িত হয়। মাঝে মাঝে অ্যাসিড যোগ করিয়া ইহা পূরণ করিতে হয়।

**পদ্ধতি :** 500 c.c. আয়তনের একটি পাতন-ফ্লাস্কে কিছু (100 c.c.) শোধিত স্পিরিট লওয়া হয়। এই স্পিরিটের সহিত উহার সম-আয়তনের গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সতর্কতাসহ আস্তে আস্তে মেশানো হয়। মাঝে মাঝে ফ্লাস্কটিকে ঝাঁকানো হয় এবং প্রয়োজনবোধে উহাকে শীতল জলে নিমজ্জিত করিয়া ঠাণ্ডা রাখা হয়। ফ্লাস্কের মুখে কর্কের মাধ্যমে একটি বিন্দুপাতী ফানেল এবং একটি থার্মোমিটার লাগানো হয়। থার্মোমিটারটি এইরূপভাবে লাগানো হয় যে, উহার কুণ্ডটি ফ্লাস্কের ভিতরের তরলে ডুবিয়া থাকে। ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের সহিত একটি শীতক লাগানো হয় এবং শীতকের অপর প্রান্তের সহিত একটি গ্রাহক জুড়িয়া দেওয়া হয়। শীতকের ভিতর দিয়া বরফ-শীতল জল প্রবাহিত করানো হয় এবং গ্রাহকটিকে বরফের ভিতর রাখিয়া শীতল করা হয়। গ্রাহকের পার্শ্বনলের সহিত এইরূপ লম্বা একটি রবার-নল যুক্ত করা হয়, যাহাতে অঘনীভূত ইথার বাষ্প এই নল দিয়া পরিবাহিত হইয়া সিঙ্কে (sink) গিয়া পৌঁছায়। ফলে, সহজ দাহ্য ইথার বাষ্পে আগুন ধরিতে পারে না। লক্ষ্য রাখিতে হয় যে, সংযোগগুলি সব যেন বায়ু-নিরুদ্ধ তথা নিশ্ছিদ্র হয়। এইভাবে যান্ত্রিক ব্যবস্থা

সাজাইয়া ফ্লাস্কটিকে বালিখোলায় 140-145° তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। ইথার পাতিত হইয়া গ্রাহকে সঞ্চিত হয়। ফানেল হইতে আরও স্পিরিট এইরূপভাবে দেওয়া হইতে থাকে, যাহাতে ফ্লাস্কের ভিতরের তরলের আয়তন অপরিবর্তিত থাকে। অর্থাৎ, যে-হারে তরল পাতিত হইয়া গ্রাহকে জমা হইতে থাকে, সেই হারে ফ্লাস্কের ভিতর স্পিরিট ঢালা হয় এবং উপরিউক্ত তাপমাত্রা বজায় রাখা হয়।

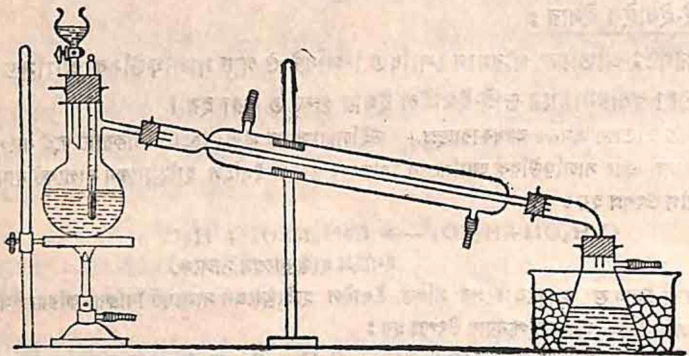


Fig. 49 : ডাই-ইথাইল ইথার প্রস্তুতি

গ্রাহকে যে পাতিত দ্রব্য জমা হয় উহাতে ইথার, অপরিবর্তিত অ্যালকোহল, জল, সালফার ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি থাকে। সালফিউরাস অ্যাসিড ($SO_2+H_2O=H_2SO_3$) অপসারণ করার জন্য ইহাকে একটি বিচ্ছেদক (separating) ফানেলে লইয়া কস্টিক সোডার লঘু দ্রবণের সহিত ঝাঁকানো হয়। নিচের স্তর অর্থাৎ কস্টিক সোডার স্তর বাহির করিয়া আনা হয়। উপরের স্তর সোডিয়াম ক্লোরাইডের গাঢ় দ্রবণের সাহায্যে পূর্বের মতো ধুইয়া লওয়া হয়। সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণে অ্যালকোহল দ্রবীভূত হয় এবং অপেক্ষাকৃত হালকা বলিয়া ইথার ইহার উপরের স্তরে থাকে। ইথার-স্তরকে অতঃপর গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সাহায্যে বিশুষ্ক করিয়া জলগাহে পুনঃপাতিত করা হয়। সংগৃহীত ইথারকে সোডিয়ামের সংস্পর্শে এক রাত্রি রাখিয়া পুনরায় পাতিত করা হয়। ইথারে যদি সামান্য জল বা অ্যালকোহল থাকে ইহার ফলে, ইথার ঐ সকল অবাঞ্ছিত দ্রব্য হইতে মুক্ত হয়।

বিঃ দ্রঃ—এই প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল এবং অ্যাসিডের প্রয়োজনীয় অনুপাত বজায় রাখা দরকার। ইহা ছাড়া, তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা অত্যাবশ্যক। অন্যথায় পার্শ্ব-বিক্রিয়া প্রাধান্য লাভ করিতে পারে এবং অবাঞ্ছিত পদার্থ যেমন ইথিলীন ইত্যাদি উৎপন্ন হইতে পারে।

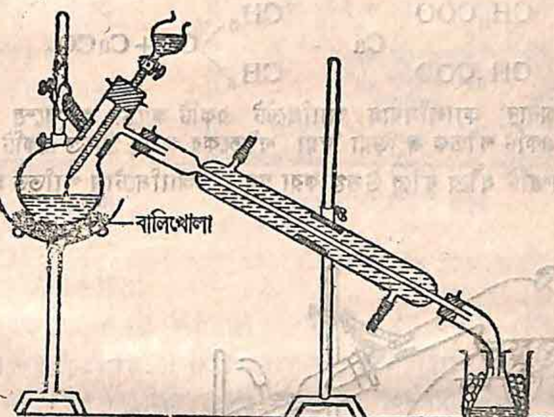
(c) অ্যাসিট্যালডিহাইড :

রসায়নাগারে ইথানলকে জারিত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয় এবং এই কাজে

সাধারণতঃ সোডিয়াম ডাইক্রোমেট এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ ব্যবহার করা হয়।

$$CH_3CH_2OH + O \rightarrow CH_3CHO + H_2O$$

উপরোক্ত পদার্থগুলির মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয় এবং বরফ-শীতল গ্রাহকে অ্যাসিট্যালডিহাইড পাতিত দ্রব্য হিসাবে সংগ্রহ করা হয়। অ্যাসিট্যালডিহাইড পাতিত হইয়া পৃথক হইয়া যায় বলিয়া উহা পুনরায় জারিত হইয়া আর অ্যাসিডে পরিণত হইতে পারে না।




অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুতি

Fig. 50

**পরীক্ষা :** একটি বিন্দুপাতী ফানেল এবং শীতকযুক্ত পাতন-ফ্লাস্কে জলের সহিত সোডিয়াম ডাইক্রোমেট চূর্ণ উত্তপ্ত করিয়া দ্রবীভূত করা হয়। ইতিমধ্যে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড অবং ইথানলের মিশ্রণ প্রস্তুত করিয়া লওয়া হয়। শীতকের ভিতর দিয়া বরফ-শীতল জল প্রবাহিত করা হইতে থাকে। বিন্দুপাতী ফানেল হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এবং ইথানলের মিশ্রণ (আয়তন হিসাবে 1 : 2 অনুপাতে) ফ্লাস্কের ভিতর ধীরে ধীরে ঢালা হয়। অতঃপর ফ্লাস্কটিকে মৃদু উত্তপ্ত করা হয়। শীতকের অপর প্রান্তের সহিত যুক্ত বরফ-শীতল গ্রাহকে পাতিত দ্রব্য সংগৃহীত হয়। আংশিক পাতনের সাহায্যে 20—21° তাপমাত্রায় মোটামুটি বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড বরফ-শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করা যাইতে পারে।

**বিশুদ্ধিকরণ :** উপরোক্ত অবিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইডকে শুষ্ক ইথারে দ্রবীভূত করা হয়। উৎপন্ন ইথারীয় দ্রবণকে শুষ্ক অ্যামোনিয়া দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়ার বর্ণহীন কেলাস উৎপন্ন হয়। ইহাকে পৃথক করিয়া

লইয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়।

$$CH_3CHO + NH_3 \rightarrow \underset{\text{অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়া}}{CH_3CH(OH)NH_2}$$

$$CH_3CH(OH)NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3CHO + NH_4HSO_4$$

পাতিত দ্রব্যকে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা শুষ্ক করিয়া পুনরায় পাতিত করিলে অতি বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়।

(d) **অ্যাসিটোন :**

ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটকে উত্তপ্ত করিয়া ইহা সহজেই করা যায়।

$$\begin{matrix} CH_3COO \\ CH_3COO \end{matrix}\Big\rangle Ca \rightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\Big\rangle CO + CaCO_3$$

**পরীক্ষা :** অনার্দ্র ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট একটি কাচের বকযন্ত্রে লওয়া হয়। বকযন্ত্রের মুখে একটি শীতক জুড়িয়া দিয়া শীতকের অপর প্রান্তে একটি গ্রাহক যুক্ত করা হয়। বকযন্ত্রটি ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করা হয়। অ্যাসিটোন পাতিত হইয়া গ্রাহকে সংগৃহীত হয়।

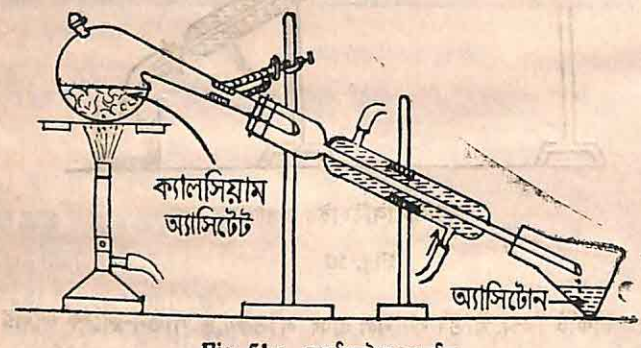



Fig. 51 : অ্যাসিটোন প্রস্তুতি

অপরিশুদ্ধ এই অ্যাসিটোন সোডিয়াম বাইসালফাইটের গাঢ় দ্রবণের সহিত ঝাঁকানো হয়। ফলে, কেলাসাকারে বাই-সালফাইট যৌগ দ্রবণ হইতে পৃথক হইয়া পড়ে। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সহিত কেলাসগুলি পাতিত করা হয়। পাতিত দ্রব্যকে গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সাহায্যে শুষ্ক করিয়া পুনরায় পাতিত করা হয়।

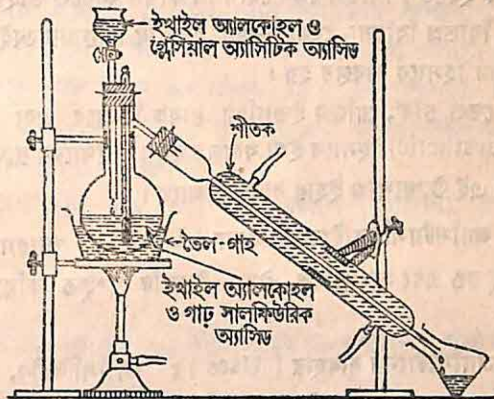
(e) **ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট :**

[ বি.দ্র. ইথাইল **অ্যাসিটেট হইবে, অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট নহে।** ]

গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ইথানল এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড একত্রে ফুটাইয়া ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুত করা হয়।

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

**পরীক্ষা ঃ ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুতি**—একটি পাতন-ফ্লাস্কে সম-আয়তন ইথাইল অ্যালকোহল এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে একটি বিন্দুপাতী ফানেল এবং একটি থার্মোমিটার লাগানো হয়। ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের সহিত একটি শীতক জুড়িয়া দিয়া শীতকটির অপর প্রান্তের সহিত একটি গ্রাহক সংযুক্ত করা হয়। ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মিশ্রণ (সমআয়তন) বিন্দুপাতী ফানেলে লওয়া হয় এবং পাতন-ফ্লাস্কটি তেলগাহে (oil bath) 140° উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। পাতন শুরু হইলে বিন্দুপাতী ফানেল হইতে মিশ্রণটি পাতন-ফ্লাস্কে এমনভাবে যোগ করা হয়, যাহাতে যে-হারে তরল পাতিত হইয়া গ্রাহকে সংগৃহীত হয়, সেই হারে ফানেলের মিশ্রণটি পাতন-ফ্লাস্কের তরলের সহিত মিশ্রিত হয়।




ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুতি

Fig. 52

প্রক্রিয়া-শেষে গ্রাহকে সংগৃহীত অবিশুদ্ধ ইথাইল অ্যাসিটেটকে বিভাজন-ফানেলে লইয়া সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সহিত ঝাঁকানো হয়। নিচের জলীয় স্তর ফানেলের তলদেশ দিয়া বাহির করা হয়। ফলে, অ্যাসিড এবং অ্যাসিড-জাতীয় দ্রব্য এস্টার হইতে দূরীভূত হয়। এস্টারের সহিত মিশ্রিত অ্যালকোহল অপসারণ করিবার জন্য ফানেলের অবশেষকে NaCl দ্রবণের সাহায্যে পুনরায় ধুইয়া লওয়া হয় এবং নিচের স্তরটি পূর্বের মতো একইভাবে অপসারিত করা হয়। পরিশেষে এস্টার-স্তরকে অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সাহায্যে জল হইতে মুক্ত করিয়া জলগাহে পাতিত করা হয়। 74°—79°-তে যাহা পাতিত হইয়া আসে তাহা সংগ্রহ করা হয়।

## সাধারণ ব্যবহারিক প্রয়োগসমূহ

ক্লোরোফর্মের ব্যবহার (Uses) ঃ চর্বি, রবার, রেজিন ইত্যাদির দ্রাবক হিসাবে শিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয়।

রসায়নাগারে বিকারক হিসাবে, যেমন—প্রাইমারী অ্যামিনের অস্তিত্ব সনাক্ত করিতে (আইসোসায়ানাইড পরীক্ষা) ইহা ব্যবহৃত হয়। পচনশীল জৈব পদার্থের পচন-

নিবারণে ইহার ব্যবহার আছে। শল্যচিকিৎসায় চেতনা-নাশক হিসাবে এবং ক্ষুধা-বর্ধক ও পাকস্থলীর বায়ুনাশক হিসাবে বিশুদ্ধ ক্লোরোফরম্ ব্যবহৃত হয়।

**ইথাইল ইথারের ব্যবহার (Uses)ঃ** জল হইতে ( বা ইথারে অদ্রাব্য এইরূপ কোন দ্রাবক হইতে ) বিভিন্ন জৈব যৌগ নিষ্কাশন করিতে ডাই-ইথাইল ইথার ব্যবহৃত হয়।

বিভিন্ন বিক্রিয়া, যেমন—উর্য ইত্যাদি বিক্রিয়ায় ডাই-ইথাইল ইথার নিষ্ক্রিয় (inert) মাধ্যম হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

তেল, চর্বি, রেজিন ইত্যাদির দ্রাবক হিসাবে এবং শল্য-চিকিৎসায় চেতনা-নাশক (anaesthetic) হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইথারের দ্রুত বাষ্পায়নে শৈত্যের সৃষ্টি হয় এবং এই উদ্দেশ্যেও ইহার ব্যবহার আছে।

**অ্যাসিট্যালডিহাইডের ব্যবহার ( Uses )ঃ** প্যার‍্যালডিহাইড, ফিনলিক রেজিন, কিছু রঙ এবং সাংশ্লেষিক ঔষধ ইত্যাদি প্রস্তুত করিতে অ্যাসিট্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়।

**অ্যাসিটোনের ব্যবহার ( Uses )ঃ** অ্যাসিটিলীন, সেলুলোজ অ্যাসিটেট ( রেয়ন শিল্প ), ল্যাকার ইত্যাদির দ্রাবক হিসাবে অ্যাসিটোন ব্যবহৃত হয়। আয়োডোফরম, ক্লোরোফরম, ঘুমের ঔষধ—ক্লোরিটোন সালফোনাল, ধূম্রহীন বারুদ করডাইট, এক ধরনের স্বচ্ছ প্লাস্টিক ( Plexiglass—অভঙ্গুর কাচ হিসাবে ব্যবহৃত ), সুগন্ধি দ্রব্য ইত্যাদি প্রস্তুত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

**ইথাইল অ্যাসিটেটের ব্যবহার (Uses)ঃ** দ্রাবক হিসাবে, যেমন—নাইট্রোসেলুলোজের দ্রাবক হিসাবে ইথাইল অ্যাসিটেটের যথেষ্ট চাহিদা আছে।

**35. (a) আলকাতরা হইতে বেঞ্জিন এবং ফিনল বিচ্ছিন্নকরণ।**

**(b) মাতগুড় হইতে ইথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতি।**

**(c) বেঞ্জিন হইতে (i) নাইট্রোবেঞ্জিন এবং (ii) অ্যানিলিন প্রস্তুতি।**

[(a) Isolation of benzene and phenol from coal tar.

(b) Preparation of ethyl alcohol from molasses.

(c) Preparation of (i) nitrobenzene, (ii) aniline from benzene.]

উঃ। (a) **আলকাতরা হইতে বেঞ্জিন এবং ফিনল ঃ**

আলকাতরা হইতে উপাদানগুলি আহরণের জন্য আংশিক পাতন-পদ্ধতির আশ্রয় লওয়া হয়। পাতন-প্রক্রিয়া লোহার পাত্রে করা হয়। উত্তাপের ফলে বিভিন্ন উপাদান উদ্বায়িত হয় এবং কুণ্ডলীকৃত শীতকে উহাদের ঘনীভূত করা হয়। তাপমাত্রার এক এক নির্দিষ্ট পাল্লায় ( range ) উদ্বায়ী পদার্থগুলি এইভাবে ঘনীভূত করিয়া পৃথক পৃথক অংশে সংগ্রহ করা হয়। পিচ্ (pitch) নামে পরিচিত এক পদার্থ পাতন-যন্ত্রে অবশেষরূপে পাওয়া যায়।

170° পর্যন্ত যে-অংশ সংগৃহীত হয়, উহাকে লঘু তেল বলে। আর 170—230° ডিগ্রী পাল্লার মধ্যে সংগৃহীত অংশের নাম মধ্যম তেল বা কার্বলিক তেল।

লঘু তেলকে যথাক্রমে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এবং জল দ্বারা পর পর ধৌত করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ক্ষারকীয় অপদ্রব্যগুলি ( এবং কিছু থায়োফিন ), আর কস্টিক সোডা দ্বারা আম্লিক অপদ্রব্যগুলি অপসারিত হয়। অতিরিক্ত অ্যাসিড এবং ক্ষার—জল দ্বারা অপসারিত হয়। বিশুদ্ধিকৃত এই তেলকে পুনরায় আংশিক পাতন-প্রণালীতে পাতিত করা হয় এবং উষ্ণতা অনুযায়ী পাতিত দ্রব্য বিভিন্ন অংশে সংগ্রহ করা হয়। যেমন—

110°C পর্যন্ত যে-অংশ সংগৃহীত হয়, উহা 90% বেঞ্জল (benzol) নামে পরিচিত।

**বেঞ্জিন নিষ্কাশন ঃ**

90% বেঞ্জলকে আংশিক পাতিত করা হয় এবং 80-82°-তে যে অংশ সংগৃহীত হয়, উহা প্রায় বিশুদ্ধ বেঞ্জিন।

এই বেঞ্জিনের সহিত কিছু টলুইন ও সামান্য থায়োফিন ( thiophen ) মিশ্রিত থাকে। ইহাকে হিমমিশ্রণে ঠাণ্ডা করা হয়। ফলে, বেঞ্জিন কঠিনে পরিণত ( গলনাঙ্ক 5·4° ) হয় এবং ইহাকে পৃথক করিয়া লওয়া হয়। ইহাও সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয়। ইহাতে অতি সামান্য থায়োফিন থাকিয়া যায়। শীতল এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পুনঃ পুনঃ ঝাঁকাইয়া বেঞ্জিন এবং থায়োফিনকে পৃথক করা যাইতে পারে। কারণ, এই প্রক্রিয়ায় থায়োফিন সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং ইহা জলে দ্রবণীয়।

অতএব, আলকাতরা হইতে বেঞ্জিন নিষ্কাশনের প্রক্রিয়া নিম্নোক্ত কয়টি ধাপে বিভক্ত ঃ

আলকাতরা → লঘু তেল → 90% বেঞ্জল → বেঞ্জিন → বিশুদ্ধ বেঞ্জিন।

**ফিনল বা কার্বলিক অ্যাসিড নিষ্কাশন ঃ**

মধ্যম তেল বা কার্বলিক তেল (Middle oil or Carbolic oil) ঠাণ্ডা করিলে ন্যাপথ্যালিন কেলাসিত হয়। নিঙড়াইয়া ন্যাপথ্যালিন হইতে তেল পৃথক করিয়া লওয়া হয় এবং ঐ তেলকে কস্টিক সোডার জলীয় দ্রবণে দ্রবীভূত করা হয়। ক্ষারীয় এই মিশ্রণকে ফুটানো হয় এবং উহার ভিতর বায়ু প্রবাহিত করা হয়। ফলে, অবশিষ্ট ন্যাপথ্যালিন ( তেল ঠাণ্ডা করিয়া ইহাকে পৃথক করিবার পর যেটুকু থাকিয়া যায়), পিরিডিন ইত্যাদি দূরীভূত হয়। অতঃপর তরলটিকে ঠাণ্ডা করা হয় এবং উহার ভিতর কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবাহিত করা হয়। সোডিয়াম ফিনক্সাইডসমূহ বিযোজিত হয় এবং সোডিয়াম কার্বনেট ও বিভিন্ন ফিনল উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম কার্বনেট জলীয় স্তরে দ্রবীভূত হয়। জলীয় স্তরকে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

অশোধিত ফিনলসমূহ হইতে আংশিক পাতনের সাহায্যে কার্বলিক অ্যাসিড তথা ফিনল পৃথক করা হয়।

(b) **মাতগুড় হইতে ইথাইল অ্যালকোহল ঃ**

ঈস্টের একপ্রকার এনজাইম ইনভারটেজ (invertase) গুড়ের সুক্রোজকে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিয়া গ্লুকোজ এবং ফ্রুক্টোজে পরিণত করে। পরে জাইমেজ এই গ্লুকোজকে যথারীতি অ্যালকোহল এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত করে।

$$\underset{\text{সুক্রোজ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{ইনভারটেজ}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ফ্রুক্টোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

আখের রস ( বা বীটরস ) হইতে সুক্রোজ কেলাসিত করিবার পর যে শেষদ্রব (mother syrup) পড়িয়া থাকে, উহাকে মাতগুড় বলে। ইহাতে সুক্রোজ ও ফ্রুক্টোজ আছে। এই ঘন রস অতি ঘোর বর্ণের এবং ইহাকে সন্ধিত করিয়া অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়। ঘন রসে জল ঢালিয়া উহাকে এইরূপ লঘু করা হয়, যাহাতে দ্রবণে শর্করার গাঢ়তা 10%-এর মতো হয়। এনামেল দ্বারা আবৃত লোহার পাত্রে বা কাঠের পাত্রে এই দ্রবণের সহিত ঈস্ট মেশানো হয়। দ্রবণে পর্যাপ্ত খাদ্য না থাকিলে ঈস্টের খাদ্যের চাহিদা পূরণ করার জন্য উহাতে অ্যামোনিয়াম সালফেট মেশানো হয়। ঈস্টের বৃদ্ধিতে সহায়তা করার জন্য এবং অবাঞ্ছিত ব্যাকটীরিয়ার বৃদ্ধি নিবারণ করার জন্য দ্রবণে অল্প পরিমাণ সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া উহাকে সামান্য আম্লিক ($p$H 4-5) করা হয়। দ্রবণের উষ্ণতা 20-38°C-এর মধ্যে রাখা হয়। সন্ধান-প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ হইতে তিন-চার দিন সময় লাগে। এই দ্রবণে 7-8% অ্যালকোহল থাকে। ইহাকে যথারীতি গাঢ় করা হয়।

(c) **(i) বেঞ্জিন হইতে নাইট্রোবেঞ্জিন ঃ**

বেঞ্জিনের সহিত 40 – 50° তাপমাত্রায় গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণের বিক্রিয়ায় ইহা সাধারণতঃ প্রস্তুত করা হয় ঃ

$$C_6H_5H + HONO_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

**পরীক্ষা ঃ** 100 ml আয়তনের একটি ফ্লাস্কে 10 গ্রাম বেঞ্জিন লওয়া হয়। গাঢ় নাইট্রিক এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের শীতল মিশ্রণ (12ml $HNO_3$ + 12ml $H_2SO_4$) বিন্দুপাতী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে ফ্লাস্কের মধ্যে বেঞ্জিনে ঢালা হয়। প্রতিবার ঢালিবার পর ফ্লাস্কটিকে ঝাঁকানো হয় এবং লক্ষ্য রাখা হয় তাপমাত্রা যাহাতে 50° ডিগ্রীর বেশি না হয়। প্রয়োজনে ফ্লাস্কটি শীতল জলের ভিতর রাখিয়া তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অ্যাসিড এবং নাইট্রোবেঞ্জিন দুইটি স্তরে পৃথক হইয়া যায়।

নাইট্রোবেঞ্জিন বাদামী রঙের তেলের মতো এক তরল হিসাবে আসিড মিশ্রণের উপর ভাসিতে থাকে। সমস্ত অ্যাসিডটুকু ( পূর্বোক্ত শীতল মিশ্রণ ) মিশাইবার পর ফ্লাস্কটিকে জলগাহে 30 মিনিটের মতো উত্তপ্ত করা হয়। ফ্লাস্কের ভিতরকার পদার্থ ভালোভাবে নাড়িয়া দেওয়া হয়। বিক্রিয়া-মিশ্রণটি শীতল করিয়া একটি বিচ্ছেদক ফানেলে লওয়া হয় এবং নীচ হইতে অ্যাসিড স্তরটি বাহির করা হয়। এখন প্রথমে জল, পরে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ এবং শেষে আবার জল দিয়া নাইট্রোবেঞ্জিনকে ভালোভাবে ধুইয়া লওয়া হয়। নাইট্রোবেঞ্জিন অপেক্ষাকৃত ভারী বলিয়া সর্বদাই নীচের স্তরে থাকে এবং প্রতিবারই নীচ হইতে উহাকে বাহির করিয়া লওয়া হয়। গলিত (fused) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশাইয়া ইহাকে মাঝে মাঝে ঝাঁকানো হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড কর্তৃক জল শোষিত হয়। আস্রাবিত করিয়া বা ছাঁকিয়া হলুদ রঙের তরলটি সংগ্রহ করা হয় এবং বায়ুশীতক ব্যবহার করিয়া পাতিত করা হয়। 207—211° ডিগ্রী পাল্লার মধ্যে যে-অংশ পাতিত হইয়া আসে, উহা সংগ্রহ করা হয়। লক্ষ্য রাখা হয়, ভিতরের পদার্থ যেন শুষ্ক হইয়া না যায় এবং তাপমাত্রাও যেন 214° ডিগ্রীর বেশি না হয়, কারণ সেক্ষেত্রে বিস্ফোরণ ঘটিতে পারে।

(c) <u>(ii) বেঞ্জিন হইতে অ্যানিলিন ঃ</u>

প্রথমে বেঞ্জিন হইতে নাইট্রোবেঞ্জিন প্রস্তুত করিয়া [ এই প্রশ্নের উত্তরাংশ (c) (i) দেখ ] লওয়া হয়। পরে এই নাইট্রোবেঞ্জিনকে অ্যানিলিনে বিজারিত করা হয়। রসায়নাগারে ধাতু এবং অ্যাসিড ( যথা—টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ) এই উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়।

$$C_6H_5NO_2 \xrightarrow{e,\ H^+} C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

এখানে অ্যানিলিন-স্ট্যানিক্লোরাইড $(C_6H_5NH_2)_2H_2SnCl_6$ হিসাবে অ্যানিলিন দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। কস্টিক সোডা মিশাইয়া দ্রবণকে ক্ষারীয় করিলে অ্যানিলিন মুক্তিলাভ করে।

**পরীক্ষা ঃ** নাইট্রোবেঞ্জিন ( 25 গ্রাম ) এবং টিন ( 30 গ্রাম ) একটি ফ্লাস্কে লওয়া হয়। ফ্লাস্কের মুখে রিফ্লাক্স (reflux) শীতক জুড়িয়া দেওয়া হয়। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (100 c.c.) অল্প অল্প করিয়া ক্রমান্বয়ে ফ্লাস্কে ঢালা হয় এবং ফ্লাস্কটি ঝাঁকানো হয়। প্রতিবারেই বিক্রিয়াটি শিথিল হইয়া আসিলেই কেবল পরের বারের অ্যাসিড যোগ করা হয়। তাপমাত্রা যাহাতে বেশি না বাড়ে (90° ডিগ্রীর মতো বজায় রাখা হয় ) প্রয়োজনবোধে সেইজন্য ফ্লাস্কটিকে শীতল জলগাহে রাখা হয়। শীতকটি খুলিয়া ফেলিয়া জলগাহে ফ্লাস্কটি উত্তপ্ত করিয়া বিজারণ সম্পূর্ণ করা হয়। অতঃপর ফ্লাস্কটিকে ঘরের তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করা হয়। কস্টিক সোডার গাঢ় দ্রবণ (100 c c.-তে 80 গ্রাম ) সতর্কতা-সহ ধীরে ধীর ফ্লাস্কের মধ্যে শীতল মিশ্রণে যোগ করিয়া

উহাকে ক্ষারীয় করা হয়। মুক্ত অ্যানিলিন (বাদামী রঙের তেল) স্টীম-পাতনের সাহায্যে পৃথক করা হয়।

পরের পৃষ্ঠার ছবিতে যেভাবে দেখানো হইয়াছে ঐভাবে ফ্লাস্কটিকে কাত করিয়া বসানো হয়। ফ্লাস্কটির মুখে লিবিগ-শীতক এবং শীতকের অপর প্রান্তে গ্রাহক জুড়িয়া দেওয়া হয়। বয়লারে জল ফুটাইয়া স্টীম উৎপন্ন করা হয়। এই স্টীম অশোধিত অ্যানিলিনের ভিতর প্রবাহিত করা হয় এবং ফ্লাস্কটিকে উত্তপ্ত করা হয়, যাহাতে খুব বেশি স্টীম ফ্লাস্কের ভিতর ঘনীভূত না হয়। জল এবং অ্যানিলিনের মিশ্রণ গ্রাহক-পাত্রে সংগৃহীত হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত ঘোলা তরল পাতিত থাকে, ততক্ষণ প্রক্রিয়াটি চালানো হয়। পাতিত তরলের (100 c.c.-প্রতি 20 গ্রাম) খাদ্যলবণের গুঁড়া মিশাইয়া ঝাঁকানো হয়। খাদ্যলবণ দ্রবীভূত হইলে মিশ্রণটিকে ইথারের সহিত একটি বিচ্ছেদক-ফানেলে ভালোভাবে ঝাঁকানো হয়। উপরের ইথার স্তরকে পৃথক করিয়া লওয়া হয়। কস্টিক পটাসের (মোটা দানা) দ্বারা ইথারীয় দ্রবণ হইতে জল অপসারণ করা হয়। জলগাহে পাতিত করিয়া ইথারকে পৃথক করিয়া লওয়া হয়। অবশেষে বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিয়া পাতিত করা হয়। 181 – 185° তাপমাত্রায় যে-অংশ পাতিত হইয়া সংগৃহীত হয়, উহা বিশুদ্ধ অ্যানিলিন।

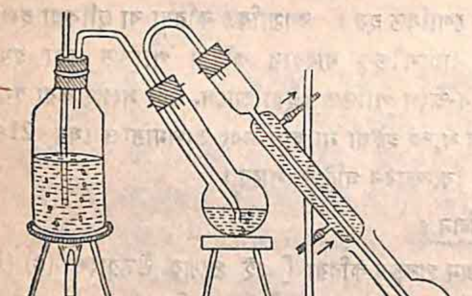


Fig. 53 : অ্যানিলিনের স্টীম-পাতন

36. পার্থক্য কর :

**(a) মিথাইল অ্যামিন এবং অ্যানিলিন, (b) অ্যাসিট্যালডিহাইড এবং অ্যাসিটোন, (c) ফরমিক অ্যাসিড এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড, (d) মিথাইল অ্যালকোহল এবং ইথাইল অ্যালকোহল, (e) নাইট্রোবেঞ্জিন এবং অ্যানিলিন।**

[ Distinguish between :

(a) methyl amine and aniline, (b) acetaldehyde and acetone, (c) formic acid and acetic acid, (d) methyl alcohol and ethyl alcohol, (e) nitro benzene and aniline. ]

উঃ। (a) মিথাইল অ্যামিন এবং ইথাইল অ্যামিন উভয়েই কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়ায় সাড়া দেয়।

প্রদত্ত পদার্থ পৃথক পৃথকভাবে এক একটি পরীক্ষা নলে লওয়া হয়। উহাতে

অল্প একটু ক্লোরোফর্‌ম এবং ইথানলিক কস্টিক পটাস মেশানো হয় এবং সামান্য উত্তপ্ত করা হয়। ফলে উভয় ক্ষেত্রেই আইসোসায়ানাইডের অপ্রীতিকর গন্ধ পাওয়া যায়।

প্রদত্ত প্রতিটি পদার্থের সহিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া উহাকে দ্রবীভূত করা হয় এবং শীতল করা হয়। শীতল দ্রবণে আস্তে আস্তে সোডিয়াম নাইট্রাইটের শীতল দ্রবণ মেশানো হয়। উৎপন্ন দ্রবণের দুই এক ফোঁটা β-ন্যাপথলের শীতল ক্ষারীয় দ্রবণে যোগ করা হয়। অ্যানিলিনের ক্ষেত্রে মনোমুগ্ধকর গোলাপী এক লাল রঙ সৃষ্টি হয়। অপর পদার্থের ক্ষেত্রে এরূপ হয় না।

(b) উভয় পদার্থই 2 : 4 ডাইনাইট্রোফিনাইলহাইড্রাজিনের সহিত হাইড্রোজেন গঠন করে।

ফেলিং দ্রবণের সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া উভয়ের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।

ফেলিং দ্রবণের সহিত অল্প একটু পদার্থ মিশাইয়া সামান্য গরম করা হয়। অ্যাসিট্যালডিহাইড ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে। কিউপ্রাস অক্সাইডের লাল রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে। অ্যাসিটোনের এই ক্ষমতা ( বিজারণ ) নাই।

(c) উভয় পদার্থই সোডিয়াম বাইকার্বনেটের সহিত বিক্রিয়া করিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত করে। ফলে, বুদ্‌বুদের সৃষ্টি হয়।

প্রতিটি পদার্থের জলীয় দ্রবণের সহিত মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ মেশানো হয়। অ্যাসিটিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে কোন পরিবর্তন দেখা যায় না। কিন্তু ফর্‌মিক অ্যাসিড প্রথমে সাদা এবং পরে কালো অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। বস্তুতঃ, মারকিউরিক ক্লোরাইড প্রথমে সাদা মারকিউরাস ক্লোরাইডে এবং পরে কালো ধাতব মারকারিতে বিজারিত হয়।

(d) আয়োডোফর্‌ম বিক্রিয়ার সাহায্যে ইহাদের পার্থক্য করা যায়।

প্রতিটি পদার্থের জলীয় দ্রবণের সহিত পটাসিয়াম আয়োডাইডে দ্রবীভূত আয়োডিন মেশানো হয়। অতঃপর সামান্য গরম করিয়া এই দ্রবণের মধ্যে ফোঁটা ফোঁটা কষ্টিক সোডা দ্রবণ মেশানো হয় যে পর্যন্ত না আয়োডিনের বাদামী রঙ দূর হয়।

মিথানলের ক্ষেত্রে কোন পরিবর্তন দেখা যায় না। কিন্তু ইথানলের ক্ষেত্রে হলুদ রঙের কেলাসাকার অধঃক্ষেপ পড়ে এবং এক বিশেষ ধরনের গন্ধ পাওয়া যায়।

(e) উভয়েই তেলের মতো তরল। নাইট্রোবেঞ্জিনের রঙ ফিঁকে হলুদ কিন্তু বিশুদ্ধ অ্যানিলিন বর্ণহীন। নাইট্রোবেঞ্জিন হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য। কিন্তু অ্যানিলিন এই অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়।

কার্বাইল অ্যামিন পরীক্ষার সাহায্যে ইহাদের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।

প্রদত্ত পদার্থ পৃথকভাবে এক একটি পরীক্ষা-নলে লইয়া উহাতে অল্প একটু ক্লোরোফর্‌ম এবং ইথানলিক কস্টিক পটাস মেশানো হয় এবং সামান্য উত্তপ্ত করা হয়। অ্যানিলিনের ক্ষেত্রে আইসোসায়ানাইডের অপ্রীতিকর গন্ধ পাওয়া যায়। কিন্তু নাইট্রোবেঞ্জিনের ক্ষেত্রে এইরূপ হয় না।

37. **জৈব সংশ্লেষণে নিম্নলিখিত যৌগসমূহের ব্যবহারসমূহ উল্লেখ কর।**

**(a) সোডিয়াম ইথক্সাইড, (b) অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড, (c) ধাতব সোডিয়াম, (d) কস্টিক সোডা এবং ব্রোমিন, (e) অ্যালকোহলিক কস্টিক পটাস, (f) $LiAlH_4$, (g) $PCl_5$, (h) $P_2O_5$ ।**

[ Mention the uses of the following compounds in organic syntheses :

(a) sodium ethoxide, (b) anhydrous aluminium chloride, (c) metallic sodium, (d) caustic soda and bromine, (e) alcoholic caustic potash, (f) $LiAlH_4$, (g) $PCl_5$, (h) $P_2O_5$.

বিঃ দ্রঃ। প্রশ্নে উল্লিখিত "যৌগসমূহের" পরিবর্তে "পদার্থসমূহের" হইবে। কারণ, ধাতব "সোডিয়াম" যৌগ নহে।

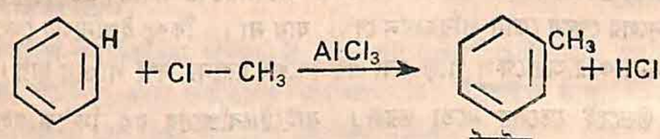
উঃ। (a) <u>সোডিয়াম ইথক্সাইড ঃ</u>

ভল্‌ফ-কিশনার পদ্ধতিতে অ্যালডিহাইড এবং কিটোনকে বিজারিত করিয়া হাইড্রোকার্বনে পরিণত করিতে সোডিয়াম ইথক্সাইড ব্যবহৃত হয়। অ্যালডিহাইড বা কিটোনের হাইড্রাজোন বা সেমিকার্বাজোনকে NaOEt-এর উপস্থিতিতে 180° তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়।

$$>C=O \xrightarrow{NH_2NH_2} >C=NNH_2 \xrightarrow{NaOEt} >CH_2+N_2$$

(b) <u>অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ঃ</u>

ফ্রিডেল-ক্র্যাফ্‌টস বিক্রিয়ায় অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। যেমন—অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে মিথাইল ক্লোরাইডের সহিত অতিরিক্ত বেঞ্জিনের বিক্রিয়ায় টলুইন উৎপন্ন হয়।




টলুইন

(c) <u>ধাতব সোডিয়াম ঃ</u>

উর্ৎস-বিক্রিয়া এবং উর্ৎস-ফিটিগ বিক্রিয়ায় সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়।

<u>উর্ৎস-বিক্রিয়া ঃ</u> অ্যালকিল হ্যালাইডের ইথার দ্রবণে সোডিয়ামের ছোট ছোট টুকরা যোগ করিলে এই বিক্রিয়া ঘটে। মিথাইল আয়োডাইড হইতে এই বিক্রিয়ায় ইথেন উৎপন্ন হয়।

$$CH_3I+2Na+ICH_3 \longrightarrow \underset{\text{ইথেন}}{H_3C{-}CH_3}+2NaI$$

(d) কস্টিক সোডা এবং ব্রোমিন :

কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের অ্যামাইড হইতে হফ্‌ম্যানের অবনয়ন বিক্রিয়ায় প্রাইমারী অ্যামিন প্রস্তুত করিতে কস্টিক সোডা ( বা KOH ) এবং ব্রোমিন ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিট্যামাইড হইতে এই বিক্রিয়ায় প্রাইমারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{অ্যাসিট্যামাইড}}{CH_3CONH_2} + Br_2 + 4KOH \rightarrow \underset{\text{মিথাইলঅ্যামিন}}{CH_3NH_2} + 2KBr + K_2CO_3 + 2H_2O$$

(e) অ্যালকোহলিক কস্টিক পটাস :

'ডিহাইড্রোহ্যালোজেনেশন' বিক্রিয়ায় ইহা ব্যবহৃত হয়। অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে হাইড্রোজেন হ্যালাইড অপসারণ করিয়া অ্যালকিল হ্যালাইডকে ইহা অ্যালকিনে পরিণত করে। যেমন—প্রপাইল আয়োডাইড হইতে এই বিক্রিয়ায় প্রপিলীন উৎপন্ন হয়।

$$\underset{\text{প্রপাইল আয়োডাইড}}{CH_3CH_2CH_2I} + NaOH \xrightarrow{\text{ইথানল}} \underset{\text{প্রপিলীন}}{CH_3CH{=}CH_2} + KI + H_2O$$

(f) $LiAlH_4$ :

বিজারক হিসাবে $LiAlH_4$ ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিডকে ইহার সাহায্যে অ্যালকোহলে বিজারিত করা যায়। বিক্রিয়ার ফলে প্রথমে অ্যালকক্সাইড গঠিত হয়। বিক্রিয়াজাত অ্যালকক্সাইড হইতে আর্দ্র-বিশ্লেষণে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

$$4RCOOH + 3LiAlH_4 \longrightarrow 4H_2 + 2LiAlO_2 + (RCH_2O)_4AlLi$$

$$(RCH_2O)_4AlLi \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{প্রাইমারী অ্যালকোহল}}{4RCH_2OH}$$

(g) $PCl_5$ :

অ্যাসিডকে অ্যাসিড হ্যালাইডে পরিণত করিতে ইহার ব্যবহার আছে। অ্যাসিডের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। যেমন—

$$R\text{-}COOH + PCl_5 \longrightarrow RCOCl + HCl + POCl_3$$

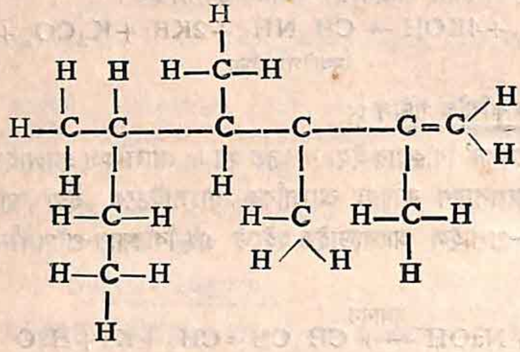
(h) $P_2O_5$ :

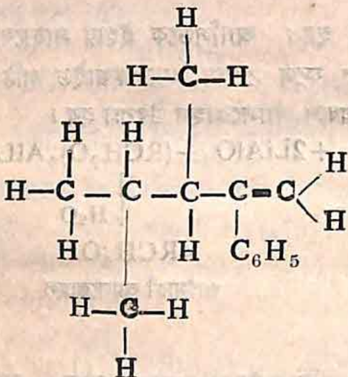
ডিহাইড্রেশন প্রক্রিয়ায় ইহার ব্যবহার আছে। অ্যাসিড অ্যামাইডকে নিরুদিত করিয়া ইহা নাইট্রিলে পরিণত করে। যেমন—$P_2O_5$-এর সহিত অ্যাসিট্যামাইড উত্তপ্ত করিলে মিথাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়।

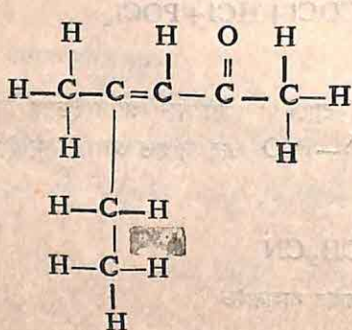
$$\underset{\text{অ্যাসিট্যামাইড}}{CH_3CONH_2} \xrightarrow[-H_2O]{P_2O_5} \underset{\text{মিথাইল সায়ানাইড}}{CH_3CN}$$

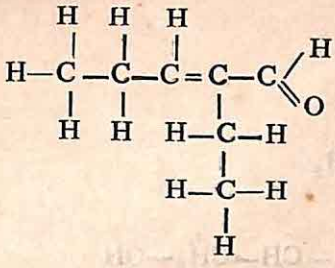
**IUPAC পদ্ধতিতে যৌগসমূহের নামকরণ।**

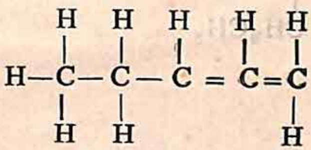
[Naming of the compounds as per I.U.P.A.C. nomenclature.]

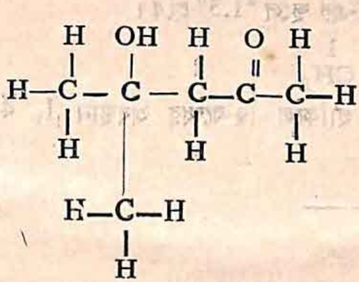
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

(f) 

উঃ। (a) 2, 3, 4, 5-টেট্রামিথাইল 1-হেপ্টিন

(b) 3, 4-ডাইমিথাইল 2 ফিনাইল 1-পেণ্টিন

(c) 4-মিথাইলহেক্স 3-ইন-2-ওন

(d) 2-ইথাইলপেন্ট-2-ইন-1-আল

(e) 1, 2-পেন্টাডাই+ইন

(f) 4-হাইড্রক্সি 4-মিথাইল পেন্টান 2-ওন

38. গঠন-সংকেতগুলি লেখ ঃ

(i) 2-ফিনাইল 3, 4-ডাইমিথাইল 1-ইন-পেন্টেন

(ii) 2-ইথাইল হেক্সেন-1-অল

(iii) 3-হাইড্রক্সি বিউটানল

(iv) 1, 4-ডাইইন বিউটেন।

[ Write the structures of :

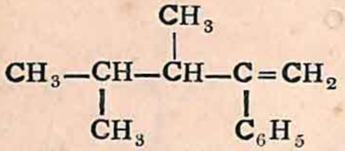
(i) 2-phenyl 3, 4-dimethyl-1-ene pentane

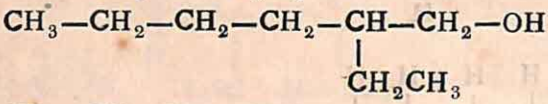
(ii) 2 ethyl hexane 1-ol

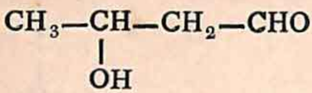
(iii) 3 hydroxy butanal

(iv) 1-4 diene butane ]

উঃ।

(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) প্রশ্নটিতে ত্রুটি আছে। "1, 4"-এর স্থলে "1,3" হবে।

$$\overset{4}{CH_2}=\overset{3}{CH}-\overset{2}{CH}=\overset{1}{CH_2}$$

[ অণুতে কমপক্ষে পাঁচটি কার্বন না থাকিলে দ্বি-বন্ধের অবস্থান 1, 4 হইতে পারে না। ]